



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

“Análisis técnico económico para mejorar la calidad, seguridad y eficiencia del consumo de energía eléctrica en zonas críticas del Hospital Regional Docente de Trujillo”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

AUTOR:

Américo Roncal Saráchaga

ASESOR:

Mg. Raúl Paredes Rosario

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Generación, transmisión y distribución de energía

Trujillo – Perú

Año 2018

PAGINA DE JURADO**Título de la tesis**

“Análisis técnico económico para mejorar la calidad, seguridad y eficiencia del consumo de energía eléctrica en zonas críticas del Hospital Regional Docente de Trujillo”

Roncal Sarachaga, Américo

Presentada a la Escuela Académico Profesional de ingeniería mecánica eléctrica de la Universidad Cesar Vallejo para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista

Aprobado por:

Dr. Jorge Antonio Inciso Vásquez
Presidente

Mg. Raúl rosali Paredes Rosario
Secretario

Dr. Jorge Eduardo Luján López
Vocal

DEDICATORIA

La presente tesis la dedico a Dios, por darme oportunidad de vivir y por estar siempre presente a mi lado y en cada instante, por darme voluntad, fortaleza y sabiduría suficiente para luchar logrando los objetivos trazados.

A mis padres, por darme la vida, la formación de hogar, la educación, el cariño, y la confianza mientras estaban a mi lado. Hoy en honor a ellos dedico este esfuerzo y sacrificio.

A mis hermanos, Zoila, Gladis, Roger, José y Nelly (QEDS). Por el apoyo moral y los ánimos constantes para no desmallar en el propósito trazado, por creer en mí en todo momento cuando las cosas estaban difíciles.

A mi familia, que en un principio tenían dudas por la travesía que empecé en la Universidad, sin embargo, hoy se sienten orgullosos de saber que terminé con éxito. El esfuerzo y sacrificio también lo dedico a ellos para que de una u otra manera sirva como ejemplo para los sobrinos, primos, etc. a pesar de los años que actualmente tengo.

A los compañeros de trabajo, por darme las facilidades de poder cursar la carrera de ingeniería mecánica eléctrica en universidad privada “Cesar vallejo”,
Y así poder volcar los conocimientos alcanzados en beneficio del Hospital Regional Docente de Trujillo.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, el agradecimiento a Jehová por la luz y la sabiduría suficiente para llegar a cumplir el anhelo y objetivo trazado, a la UNIVERSIDAD PRIVADA “CESAR VALLEJO” por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional, a todos mis profesores de toda la carrera por su esfuerzo y dedicación quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación han logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

También agradecer al asesor Dr. Luján López Jorge, por saber guiarme tecnológicamente en los pasos a seguir en la elaboración de la tesis. De igual forma para el docente y asesor de Investigación y de Tesis de Grado, Ingeniero Raúl Paredes Rosario, por su visión crítica en muchos aspectos técnicos en el desarrollo del mismo, por su dedicación como guía, por sus consejos, quienes supieron formarme como persona e ingeniero, a toda mi familia y amistades que creyeron en mí.

Agradezco de todas las amistades, familiares, docentes, compañeros de trabajo. Que de uno u otra manera me apoyaron, dándome consejos, aliento en los momentos que más lo necesitaba, ruego a Jehová que los colme de bendiciones hoy y siempre. Esperando que se sientan orgullosos por el éxito alcanzado.

Declaración de autenticidad

Yo, Américo Roncal Saráchaga me presento con documento de identidad, DNI 17906271, y cumpliendo con las exigencias del reglamento de Grado y Títulos de la Universidad Privada “cesar Vallejo”, como es la Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la Tesis que presento es real y verdadero.

También digo que la referencia dada en la tesis elaborada, son netamente reales y verdaderas en todo su extremo.

Es por todo ello, soy responsable de todo el contenido de la Tesis elaborada, tanto en falsedad, ocultamiento u omisión de los documentos como la información dada, sometiéndome a las normas académicas de la Universidad privada “Cesar Vallejo”.

Trujillo, 03 de Julio 2018

Roncal Sarachaga, Américo

Presentación

Inicia con la realidad problemática, en donde la mala calidad de energía eléctrica produce reducción de capacidad, eficiencia y seguridad. Se presentan los Trabajos previos, a nivel local, nacional e internacional, para discusión de resultados.

Se presentan las Teorías relacionadas, se presentan los conceptos y ecuaciones necesarias para el desarrollo. Se presenta, luego, la Formulación del problema de investigación, se cuestiona si el estudio de calidad de energía permitirá mejorar capacidad, eficiencia y seguridad en el sistema eléctrico del HRDT. Se realiza la Justificación del estudio de investigación, desde el punto de vista técnico, social, económico y laboral, que justifican la realización del mismo.

En Hipótesis de estudio: el estudio de calidad de energía permitirá mejorar la calidad, eficiencia y seguridad en el HRDT. Los Objetivos de estudio, el objetivo General y los objetivos específicos, permitiendo aclarar la factibilidad técnico y económico.

También el Método de estudio, es el Diseño de investigación, siendo el producto el conjunto lógico y racional de los pasos a seguir para desarrollar los objetivos específicos. las Variables de estudio, dependientes, independientes la Operacionalización de las variables, su definición teórica, conceptual, unidades de medida y escala de medición. Se determina que la población es el conjunto todas las zonas críticas del Hospital Regional y a la muestra es todos los componentes que tiene las zonas críticas del HRDT. Se presenta las Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Los Métodos de análisis de datos son del tipo analítico. En los Aspectos éticos, el estudio es se caracteriza por ser inédito, no cuenta con copias o estudio similar

Los Resultados son los cálculos realizados. En Discusión se hace un análisis comparativo. En Conclusión, se demuestra que se han cumplido los objetivos específicos. Se hacen Recomendaciones por método e inversión. En Referencias se da la bibliografía utilizada. En Anexos se muestra hojas técnicas de equipos. Se dan los Instrumentos, Validación de los instrumentos y Matriz de consistencia

Índice

Página de Jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaración Jurada	v
Presentación	vi
Índice	vii
Índice de Tablas	ix
Índice de Figuras	x
Resumen	xi
Abstract	xii
I. Introducción	14
1.1 Realidad Problemática	14
1.2 Trabajos previos	27
1.3 Teorías relacionadas al tema	32
1.4 Formulación del problema	48
1.5 Justificación del estudio	48
1.6 Hipótesis	49
1.7 Objetivos.	49
II. Método	51
2.1 Diseño de investigación	51
2.2 Variables, Operacionalización	53
2.3 Población y muestra	55
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .	55
2.5 Métodos de análisis de datos	56
2.6 Aspectos éticos	56
III. Resultados	58
IV. Discusión	87
V. Conclusión	91
VI. Recomendaciones	95

VII. Referencias	97
VIII. Anexos	99
Anexo 1: Ficha técnica de interruptor automático de 100 A.....	100
Ficha técnica de interruptor automático de 250 A	101
Anexo 2: Filtro híbrido de armónicos	102
Anexo 3: Gabinete con filtro de armónicos	102
Anexo 4: Filtro pasivo de armónicos	102
Anexo 5: Instalación de filtros de armónicos en líneas trifásicas	105
Anexo 6: Filtros en sistemas de potencia eléctricos	105
Anexo 7: Instrumentos	104
Anexo 8: Matriz de consistencia	112

Índice de tablas

Tabla 1: Unidad de cuidados especiales pediátricos – UCEP	18
Tabla 2: Equipos en unidad de emergencia	19
Tabla 3: Equipos en unidad de emergencia	20
Tabla 4: Equipos en neonatología - NEO	21
Tabla 5: Neonatología – NEO	22
Tabla 6: Equipos críticos de Sala de operaciones.....	23
Tabla 7: Unidad de cuidados intensivos (UCI).....	25
Tabla 8: Equipos críticos en cirugía de día.....	26
Tabla 9. Clases y Características de Fenómenos Electromagnéticos.....	33
Tabla 10: Análisis del Sistema Eléctrico del HRDT en Base a Energías.....	58
Tabla 11 Máxima demanda actual de energía eléctrica HRDT	58
Tabla 12: Análisis del Sistema Eléctrico del HRDT en base a Potencias.....	59
Tabla 13: Parámetros de operación actuales de conductor de alimentación	62
Tabla 14: Máxima demanda de Potencia en HRDT, con estimación de incremento en 10 años.....	63
Tabla 15: Parámetros de operación proyectados, con compensación del factor de potencia en conductores alimentadores a cargas críticas HRDT	66
Tabla 16 Identificación previa de síntomas de baja calidad de energía en HRDT	70
Tabla 17: Selección del filtro AccuSine® PCS	72
Tabla 18: Selección de transformadores de corriente	72
Tabla 19: Pago promedio por consumo de energía reactiva, en HRDT: 1159.25 soles/mes	76
Tabla 20: Bancos de condensadores para equipos críticos	77
Tabla 21: Interruptores trifásicos automáticos de caja moldeada para tableros de distribución de equipos críticos en HRDT	79
Tabla 22: Inversiones en activos, MO, Obras civiles y accesorios eléctricos para mejorar eficiencia, calidad de energía y seguridad eléctrica en HRDT	82
Tabla 23: Inversión y términos de financiamiento bancario.....	83
Tabla 24: Plan de pagos mensuales del préstamo bancario	83
Tabla 25: Flujo de caja inversión en mejora calidad de energía del HRDT	84
Tabla 26: Indicadores financieros de la inversión en mejora de calidad de energía en HRDT	84
Tabla 27: Resumen condensadores para compensar el factor de potencia.....	92

Índice de figuras

Figura 1. Consumo de energía activa en HRDT.....	15
Figura 2. Consumo de Energía reactiva HRDT	16
Figura 3. Factor de potencia en sistema eléctrico del HRDT	16
Figura 4. Potencia activa máxima en HRDT.....	17
Figura 5. Potencia reactiva inductiva absorbida de la red nacional HRDT	17
Figura 6. Transitorios Impulsivos.....	35
Figura 7. Transitorios Oscilatorios.....	36
Figura 8. Transitorios de Baja Frecuencia.....	36
Figura 9. Depresiones de Tensión	37
Figura 10. Cresta.	38
Figura 11. Interrupciones.	39
Figura 12. Sobretensiones.	40
Figura 13. Desequilibrio de Tensiones	41
Figura 14. Corriente Armónica	43
Figura 15. Muestras de Tensión (Notching).	45
Figura 16. Curva ITIC (Antigua CBEMA1	46
Figura 17. Efecto de las Variaciones de Tensión en los Motores.....	46
Figura 18. Efecto de los Desequilibrios de Tensión en los Motores	47
Figura 19. Variables del proceso de estudio	53
Figura 20. Triángulo de potencias actual del sistema eléctrico del HRDT	59
Figura 21. Distribución equipos críticos HRDT.....	60
Figura 22: Parámetros actuales	65
Figura 23: Parámetros proyectados	65
Figura 24. Diagrama unifilar actual equipos críticos HRDT	67
Figura 25. Triángulo de potencias proyectado del sistema eléctrico de HRDT	76
Figura 26. Diagrama unifilar proyectado para equipos crítico del HRDT.....	85

Resumen

Se presenta el análisis técnico económico para mejorar la calidad, seguridad y eficiencia del consumo de energía eléctrica en zonas críticas del hospital regional docente de Trujillo; Perú. Abarca desde la subestación y comprende los diferentes componentes como transformadores de tensión, conductores, dispositivos de protección y consumidores de energía, incluyendo las luminarias.

El sistema eléctrico analizado tiene una potencia instalada de 400 KVA, factor de potencia bajo, de solamente 0.825, un factor de utilización razonable, de 58%.

El sistema tiene un rendimiento de 83%, es relativamente antiguo, pasa de 15 años, en algunos casos, hay equipos con más de 30 años, se ha hecho renovaciones parciales.

Se establece que un factor fundamental que reduce la eficiencia de equipos, conductores y la seguridad operacional es la baja calidad de energía, debido a que el HRDT cuenta con una importante cantidad de cargas no lineales: equipos médicos especializados, fluorescentes de vapor de mercurio, PC, siendo los valores de distorsión armónica, tanto en tensión como en intensidad; mayores que los que indican la norma, de 5% y 15 %, respectivamente.

Se seleccionan, previo dimensionamiento, los equipos para filtrar los armónicos, compensar el factor de potencia y aumentar la protección, como son la renovación de pozos a tierra.

Al final se estima una importante reducción de la potencia activa, de 24 kw, de la reactiva, de 62 Kvar y la seguridad operacional, con la instalación de filtros activos de armónicos, tres, que inyectarán corriente para reducir las corrientes de distorsión armónica, lo que ocasionará obtener los objetivos previstos.

Desde el punto de vista económico, se recupera la inversión en 1.24 años

Palabras clave: Armónicos eléctricos - Analizador de red - Cel: Calidad de energía eléctrica -Flicker - Frecuencia -Punto de conexión común (PCC) – Perturbación - Recierre --Sistema eléctrico de potencia.

Abstract

The economic technical analysis is presented to improve the quality, safety and efficiency of electric power consumption in critical areas of the regional teaching hospital of Trujillo; Peru. It covers from the substation and includes the different components such as voltage transformers, conductors, protection devices and energy consumers, including luminaires.

The electrical system analyzed has an installed power of 400 KVA, a low power factor of only 0.825, a reasonable utilization factor of 58%.

The system has a yield of 83%, it is relatively old, it goes from 15 years, in some cases, there are teams with more than 30 years, partial renovations have been made.

It is established that a fundamental factor that reduces the efficiency of equipment, drivers and safety is the low quality of energy, because the HRDT has a significant amount of non-linear loads: specialized medical equipment, mercury vapor fluorescent, PC, being the values of harmonic distortion, both in voltage and in intensity; greater than those indicated by the norm, of 5% and 15%, respectively.

The equipment to filter the harmonics, compensate the power factor and increase the protection, such as the renewal of earth wells, are selected after sizing. In the end it is estimated a significant reduction of the active power, 24 kw, reactive, 62 Kvar and operational safety, with the installation of active filters of harmonics, three, which will inject current to reduce the currents of harmonic distortion, what will cause to obtain the planned objectives.

From the economic point of view, the investment is recovered in 1.24 years

Keywords: Electric harmonics - Network analyzer- Cel.- Flicker –Frequency - Common connection point (PCC) – Disturbance – Reclose - Power electrical system.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1. Introducción

1.1.- Realidad problemática:

El Hospital Regional Docente de Trujillo, fue puesto en funcionamiento al público el 18 de diciembre del año 1963. Por su proyección y cobertura de servicio en la década del 70 el Hospital Regional Docente de Trujillo se convirtió en el Centro de Base del Trabajo Sanitario de la Región Norte.

La problemática actual del Hospital Regional Docente de Trujillo es compleja, en cuanto a la energía, tiene problemas en distribución, transformación y consumo. El Hospital tiene una sub estación de transformación de energía, de potencia nominal de 400 KVA. Recibe tensión trifásica en 10 Kv y la transforma en 220 V, trifásica, sin neutro, distribuyendo en triángulo a los diferentes consumidores.

El hospital tiene una opción tarifaria MT3, está calificado actualmente como 'cliente presente en Horas Punta', lo que ocasiona que deba pagar más por consumo de energía eléctrica. El hospital paga más de 22,000 soles/mes y por energía reactiva, más de 900 soles mensuales, no hay compensación reactiva.

Se tiene un grave problema de falla a tierra, casi general; produciendo fuga de corriente que hace disparar los dispositivos de protección eléctrica, los interruptores diferenciales, que protegen a las personas y equipos médicos eléctricos y electrónicos. Los conductores de energía se afectan en su totalidad por el tiempo transcurrido (54 años), se ha limitado a reparar puntualmente zonas contaminadas en forma permanente, dificultando la atención de los pacientes.

Los equipos médicos, con vida útil promedio de 10 años, son en su mayoría electrónicos que se des-configuran dando una mala lectura, y por consiguiente el Medico da un mal diagnóstico, en las diferentes patologías, afectando de esta la atención del paciente o se malogran ocasionando paradas imprevistas por un tiempo indeterminado para su reparación ocasionando pérdidas económicas a la Institución y al cliente.

Los equipos Médicos que se adquieren es de acuerdo a las demandas y necesidades propias de la Institución y de acuerdo a la tecnología para que se dé

un diagnóstico favorable al usuario, los cuales son básicamente electrónicos y sensibles ante cualquier falla externa. Estos Equipos al ponerse en funcionamiento tienen una vida útil promedio de 10 años.

Sin embargo, debido a la mala calidad de energía, se tiene problemas pues los equipos no tienen continuidad de servicio, tampoco precisión, por las variaciones de voltaje, presencia de armónicos, mala compensación del factor de potencia, elevada carga reactiva inductiva. Todo esto sumado al hecho que no se aplica mantenimiento preventivo, se realiza normalmente mantenimiento correctivo de los componentes diversos del sistema eléctrico de potencia.

Por lo expuesto, en el presente estudio se propone hacer un diagnóstico del sistema eléctrico de potencia en su cantidad y calidad de energía que permita determinar las causas de las fallas del servicio y determinar las medidas operativas, técnicas y tecnológicas a que dieran lugar para superar la problemática y mejorar la atención de los pacientes.

El sistema eléctrico del HRDT tiene una potencia activa que oscila entre 90 a 110 kw y reactiva que oscila entre 200 a 260 Kvar, el factor de potencia oscilando entre 0.8 a 0.86, muy bajo (Figura 1 y Figura 2)

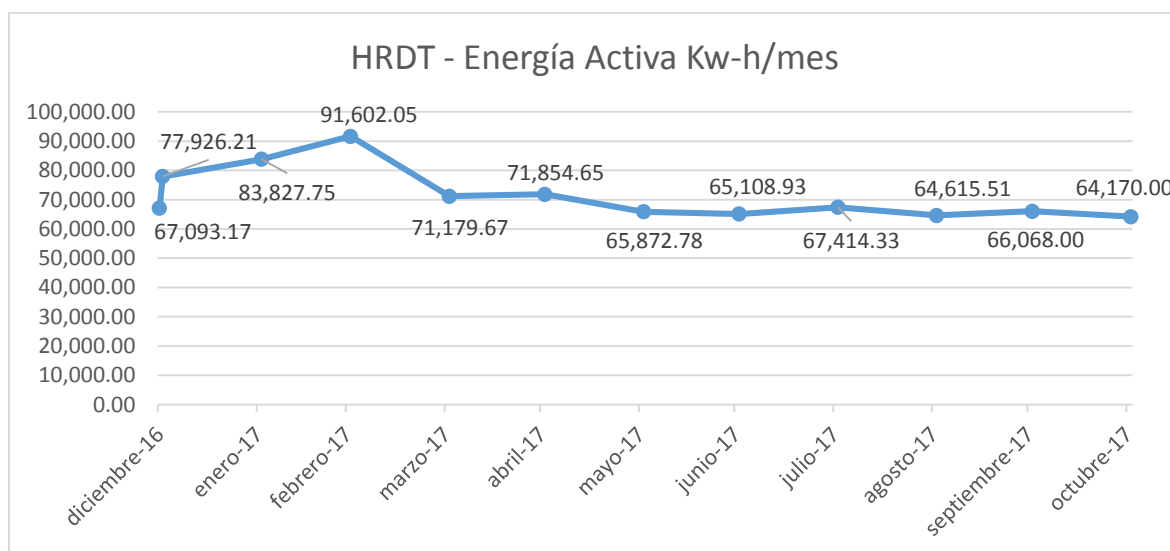


Figura 1: Consumo de energía activa en HRDT. Elaboración propia

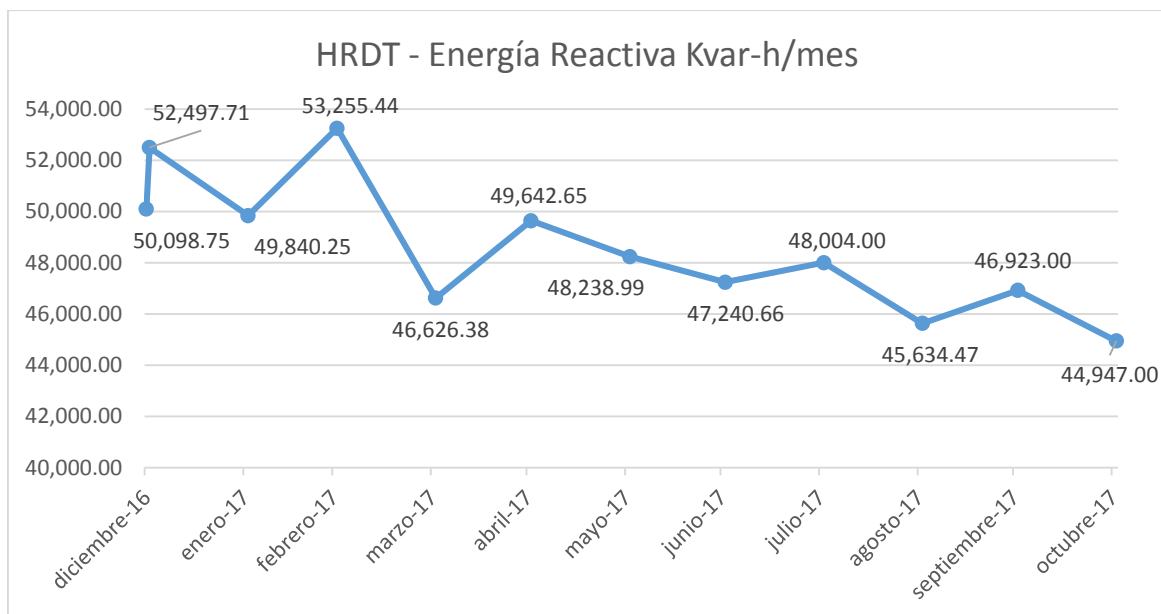


Figura 2: Consumo de Energía reactiva HRDT. Elaboración propia

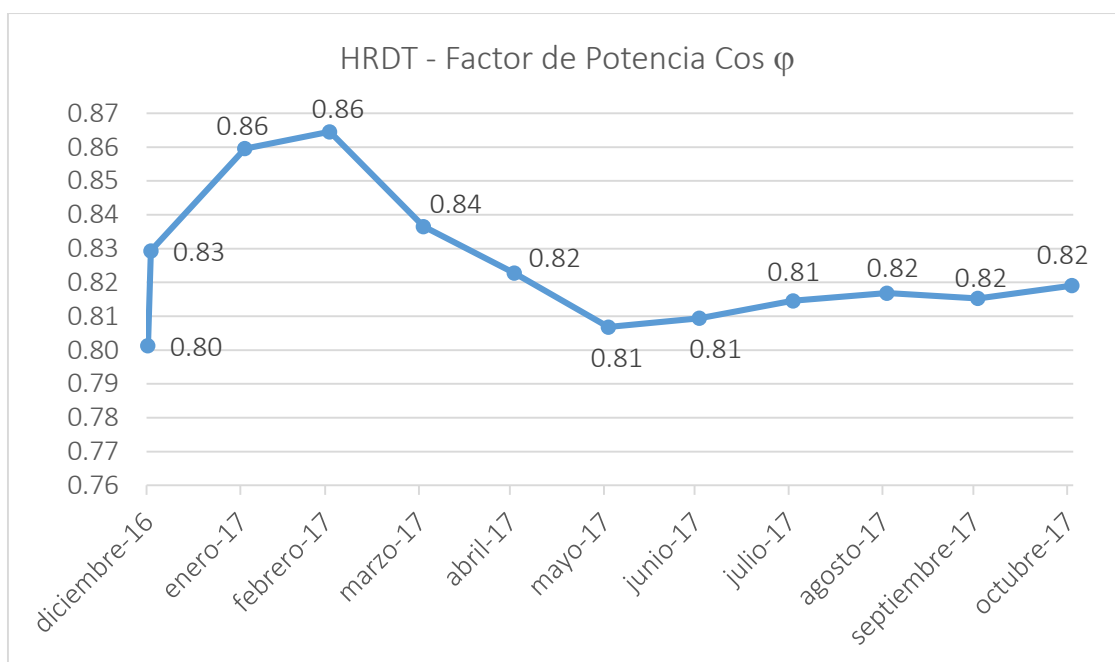


Figura 3: Factor de potencia en sistema eléctrico del HRDT. Elaboración propia

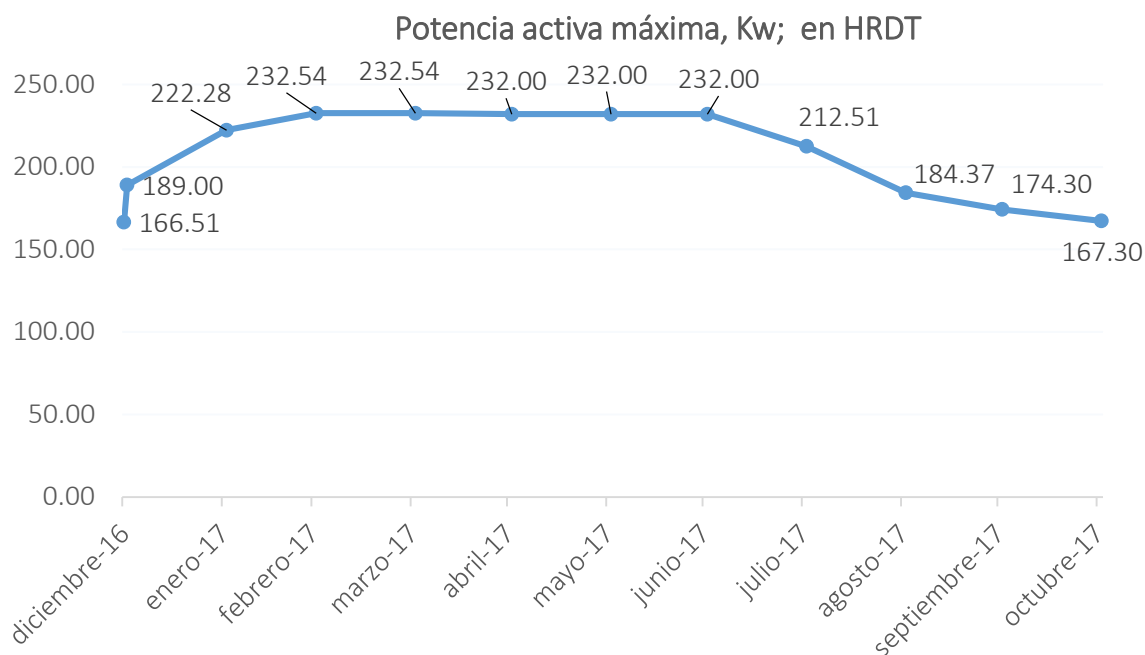


Figura 4: Potencia activa máxima en HRDT. Elaboración propia

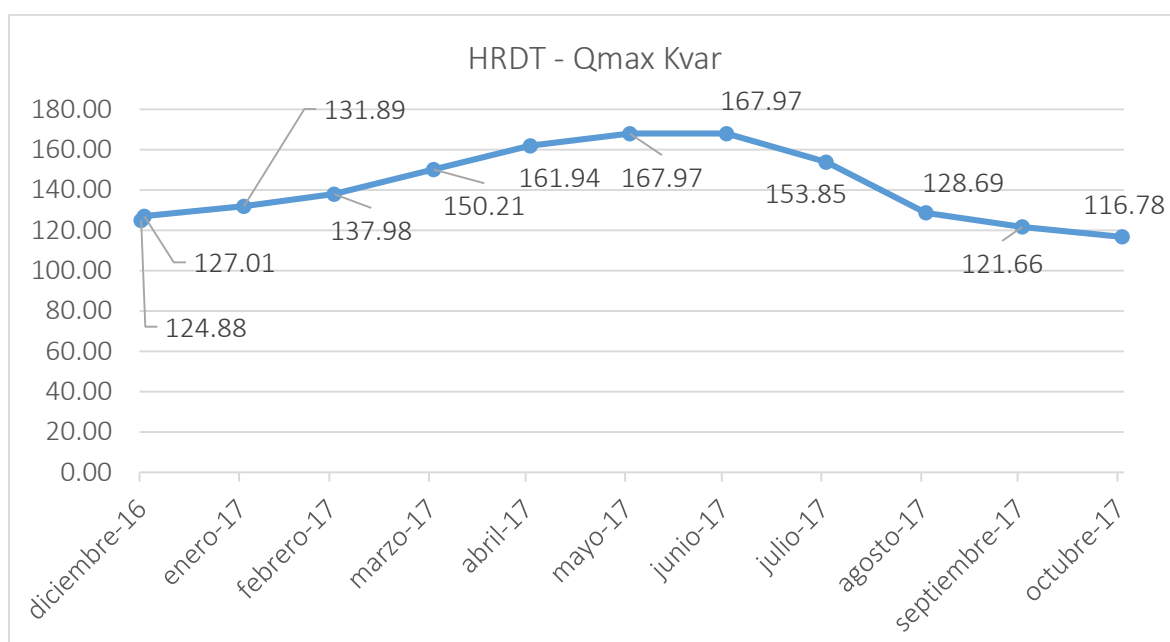


Figura 5: Potencia reactiva inductiva absorbida de la red nacional HRDT. Elaboración propia

Tabla 1: UNIDAD DE CUIDADOS ESPECIALES PEDIÁTRICOS – UCEP

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	AÑO DE FABRICACION	POTENCIA w
Monitor de signos vitales	Nihon kohden	Life scope MU – 631RK	5871	2013	112
Monitor de signos vitales	Nihon kohden	Life scope MU – 651RK	3455	2013	072
Monitor de signos vitales	Nihon kohden	Life scope MU – 671RK	3671	2013	080
Monitor de signos vitales	Nihon kohden	Life scope MU – 671RK	3673	2013	080
Monitor de signos vitales	Nihon kohden	Life scope MU – 671RK	3674	2013	080
Ventilador Mecánico	Newport	e-360	N09361115001	2008	240
Ventilador Mecánico	Newport	e-360	N10360916757	2008	240
Ventilador Mecánico	Newport	e-500	GDU08080859	2006	816
Ventilador Mecánico	Newport	e-500	GDU08080860	2006	816
Ventilador Mecánico	Newport	e-500	GDU07090723	2006	816
Ventilador Mecánico	Nelcor Puritan Bennet	840	3512120044	2011	792
Ventilador Mecánico	Nelcor Puritan Bennet	840	3512120147	2011	792
Ventilador Mecánico	Hamilton	G5	7572	2013	880
Ecógrafo rodable	Sansung Medison	SONOACE	B18510300006581	2013	120
Desfibrilador	Nihon Kohden	TEC 5531 - K	6742	2013	170

POTENCIA TOTAL 6,106 W

TABLA 2: EQUIPOS EN UNIDAD DE EMERGENCIA

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	AÑO DE FABRICACIÓN	POTENCIA W
Monitor de signos vitales	Mindray	BENEVIEW T8	CF-39119153	2013	44
Monitor de signos vitales	Mindray	BENEVIEW T8	CF-39119154	2013	44
Monitor de signos vitales	Spacelabs	ULTRAVIEW SL 2600	1370-201981	2013	26.4
Monitor de signos vitales	Spacelabs	ULTRAVIEW SL 2600	1370-201982	3013	26.4
Monitor de signos vitales	Spacelabs	ULTRAVIEW SL 2600	1370-2011983	2013	26.4
Monitor de signos vitales	Edan Instruments	M 91	260260M15C11790018	2015	52.8
Monitor de signos vitales	MEK	NT 1000 MP	NT-05L-0856	2000	17.6
Monitor de signos vitales	MEK	NT 1000 MP	NT-05L-0854	2000	17.6
Monitor de signos vitales	MEK	NT 1000 MP	NT-05-0858	2000	17.6
Monitor de signos vitales	MEK	NT 1000 MP	NT- S/N	2000	17.6
Electrocardiólogo	Nihon kohden	CARDIOFAX	21962	2005	7.04

Electrocardiógrafo	BTL	BTL-1058	S/N	2015	21.12
Desfibrilador	CU MEDICAL SYSTEMS	LIFE GAIN	M2K08/B083	2012	170
Incub. Neonatal de transp.	GRAGER	IT500-1C	BU090041	2013	158.4
Oxímetro de mesa	Masimo	RAD	S/N	2013	28
Oxímetro de mesa	Nellcor	OXIMAN N600X	11908069304	2011	35
Oxímetro de mesa	Edan Instruments	M3	M33031133545 SQ	2012	56
Oxímetro de mesa	Edan Instruments	M3	M33031133549 SQ	2012	56
Vent. Mecánico de transp	DRAGER	OXILOG 3000	SRXD-0165	2011	668
Vent. Mecánico de transp	DRAGER	OXILOG 3000	SRXD-0166	2011	668
Vent. Mecánico de transp	DRAGER	OXILOG 3000	S/N	2011	668
Vent. Mecánico de transp	Magnamed	OXYMAG	2140	2014	30
Vent. Mecánico	Hamilton	C - 1	4055	2013	880
Vent. Mecánico	Viasys Healthcare	AVEA	AKV04400	2013	950
Ecógrafo portátil	Honda	HS - 2000	61007696	1995	80
Ecógrafo rodante	Mindray	DP - 50	PP - 23002019	2013	264
Ecógrafo rodable	Sansung Medison	SONOACE X8	S00FM3HD1	2013	160

Tabla 3: equipos en unidad de emergencia

POTENCIA TOTAL 5189.96 W

Tabla 4: EQUIPOS EN NEONATOLOGIA - NEO

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	AÑO DE FABRICACIÓN	POTENCIA
Monitor de signos vitales	DRAGER	INFINITY – DELTA XL	6008490368	2016	128 W
Monitor de signos vitales	DRAGER	INFINITY – DELTA XL	6008540172	2016	128 W
Monitor de signos vitales	Nihon kohden	LIFE SCOPE BSM-650 1K	5593	2016	72 W
Monitor de signos vitales	Nihon kohden	LIFE SCOPE BSM-650 1K	5594	2016	72 W
Monitor de signos vitales	Nihon kohden	LIFE SCOPE BSM-650 1K	5595	2016	72W
Monitor de signos vitales	Nihon kohden	LIFE SCOPE BSM-650 1K5	5596	2016	72W
Monitor de signos vitales	Mennen Medical	VITALOGIC 6000	995602740018	2011	90W
Monitor de signos vitales	Spacelabs	ULTRAVIEW SL 2600	1370 - 201879	2013	26.4W
Incubadora neonatal	Hill Rom	AIR SHIELDS C450 – 1E	SR00138	1999	383W
Incubadora neonatal	Hill Rom	AIR SHIELDS C450 – 1E	SH00392	1999	383W
Incubadora neonatal	Hill Rom	AIR SHIELDS C450 – 1E	PN04586	1999	383W
Incubadora neonatal	Hill Rom	AIR SHIELDS C450 – 1E	QH00379	1999	383W
Incubadora neonatal	Hill Rom	AIR SHIELDS C100/200-2E	PR30078	1999	383W

TABLA 5: NEONATOLOGÍA – NEO

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	AÑO DE FABRICA.	POTENCIA (W)
Incubadora neonatal	Medix	NATAL CARE ST	2672	2011	1056
Incubadora neonatal	Medix	NATAL CARE ST	2673	2011	1056
Incubadora neonatal	Medix	NATAL CARE ST	2674	2011	1056
Incubadora neonatal	Medix	NATAL CARE ST	2675	2011	1056
Incubadora neonatal	Medix	NATAL CARE ST	2676	2011	1056
Incubadora neonatal	Medix	NATAL CARE ST	2677	2011	1056
Incubadora neonatal	Medix	NATAL CARE ST	2678	2011	1056
Incubadora neonatal	Medix	NATAL CARE ST	2679	2011	1056
Incubadora neonatal	Medix	NATAL CARE ST	2680	2011	1056
Incubadora neonatal	Fanex	VISION 2286	CK 1419	2013	530
Incubadora neonatal	Atom	AIR INCU i	2710885	2017	480
Incubadora neonatal	Atom	AIR INCU i	2610886	2017	480
Incubadora neonatal	Atom	AIR INCU i	2710887	2017	480
Incubadora neonatal	Atom	AIR INCU i	2710888	2017	480
Incubadora neonatal	Atom	AIR INCU i	2710889	2017	480
Oxímetro portátil	Masimo	RADICAL 7	1000098675	2017	44
Oxímetro portátil	Masimo	RADICAL 7	1000098607	2017	44
Oxímetro portátil	Masimo	RADICAL 7	1000098582	2017	44
Oxímetro portátil	Masimo	RADICAL 7	1000098821	2017	44
Oxímetro portátil	Masimo	RADICAL 7	1000091022	2017	44
Oxímetro portátil	Masimo	RADICAL 7	1000098627	2017	44
Incub. Neo. De transporte	Fanem	ITS 158 TS	CF-8764	2013	520
Incub. Neo. De transporte	Medix	TR - 200	2126	2011	680
Servocu. infantil radiante	Fanem	2085-AMPLIA	JAI 97310	2013	1250
Servocu. Infantil radiante	Olidef	MATRIX SC	09 H 204	2009	1120
Servocuna - incubadora	Atom	DUAL INCU	2010534	2016	640
Ventilador mecánico neo.	Newport	E-360	N10360916927	2008	240
Ventilador mecánico neo.	Newport	E-500	GDU06050341	2006	816
Ventilador mecánico neo.	Newport	E-360	N10360916756	2008	240
Ventilador mecánico neo.	Stheban	SOPHIE	S0381100356	2011	890
Ventilador mecánico neo.	Stheban	SOPHIE	S0381100357	2011	890
Ventilador mecánico neo.	Drager	BABYLOG VN500	ASJM-0086	1998	580
Ventilador mecánico neo.	Drager	BABYLOG 8000	8418097	2016	775
Ventilador mecánico neo.	Drager	EVITA	ASHL-0040	S/N	570
Ventt. Mecá. De transp. N	Siare	FALCO	53664	2017	40
Oxímetro de mesa	Masimo	RAD 8	28705	2013	35
Oxímetro de mesa	Masimo	RAD 8	MS 1178	2013	35
Oxímetro de mesa	Masimo	RAD 8	M06873	2013	35
Analizador de gases	Maxtec	MAXO 2 ME	YM38099014	2011	15
Calefactor humidificador	Fisher &	MR850ALU	1.2122E+11	2013	176
Calefactor humidificador	Fisher &	MR850ALU	1.0122E+11	2013	176
Calefactor humidificador	Fisher &	MR850ALU	1.2122E+11	2013	176
Calefactor humidificador	Fisher &	MR850ALU	1.5122E+11	2013	176
Calefactor humidificador	Fisher &	MR850ALU	1.3012E+11	2013	176
Calefactor humidificador	Fisher &	MR810ALU	1.0082E+11	2011	176
Equipo fototerapia portátil.	Medix	MEDILED MINI	551	2011	40
Equipo fototerapia portátil.	Medix	MEDILED MINI	553	2011	40
Equipo fototerapia portátil.	Medix	MEDILED MINI	559	2011	40
Equipo fototerapia portátil.	Medix	MEDILED MINI	570	2011	40
Equipo fototerapia portátil.	Medix	MEDILED MINI	571	2011	40
Equipo fototerapia portátil.	Medix	MEDILED MINI	572	2011	40
Equipo fototerapia portátil.	Medix	MEDILED MINI	573	2011	40
Equipo fototerapia portátil.	Medix	MEDILED MINI	574	2011	40
Equipo fototerapia portátil.	Medix	MEDILED MINI	484	2011	40
Equipo fototerapia rodab.	Ginevri	FOTOTERAPIA IP	66/00	2010	216

POTENCIA TOTAL 26311.4

POTENCIA TOTAL ESTIMADA EN LOS SERVICIOS DE UCEP, EMERGENCIA, NEO: 37607.4 W.

Tabla 6: Equipos críticos de Sala de operaciones:

Descripción	Marca	Modelo	Serie	Año de fabric.	P (W)
Arco en "c"RX	Comed	Kmc - 950	793171002153	2011	12.5
Desfibrilador	Physio control	Lifepak 9	19573	N/u	111.4
Máqui. Anestesi	Drager	Fabius	ARSH0043	2002	43.6
Máqui. Anestesi	Drager	Fabius	ARSL0091	2002	43.6
Máqui. Anestesi	Drager	Fabius	ARTE 0079	2002	43.6
Unid. Anestesia	Drager	Primus	ASCL 0217	2011	91.6
Unid. Anestesia	Drager	primus	ASCL 0216	2011	91.6
Unid. Anestesia	Drager	Primus	ASCL 0212	2011	91.6
Unid. Anestesia	HeineLowestei	Leon Plus	020010UHL0040451	2011	76.3
Unid. Anestesia	Heine Lowestei	Leon Plus	020010UHL0040450	2011	76.3
Unid. Anestesia	Heine Loweste	Leon Plus	020010UHL0040453	2011	76.3
Unid. Anestesia	Space Labs	135SACV	Foco-000794	2009	48
Servocuna	Fanem	Ampla 2085	YAG-75236	2012	536.3
Servocuna	Fanem	2051	GAE 44197	2009	536.3
Monitor multip.	Nihon kohden	BSM	2300	2011	26.1
Monitor multip.	Nihon kohden	BSM	2299	2011	26.1
Monitor multip.	Nihon kohden	BSM	2697	2011	26.1
Monitor multip.	Nihon kohden	BSM	2298	2011	26.1
Monitor multip.	Nihon Kohden	BSM	2408	2011	26.1
Monitor multip.	Nihon kohden	BSM	2409	2011	26.1
Monitor multip.	Criticare	Poet plus	404203941	2008	24
Monitor multip.	Criticare	Ccompas	3110496695	2011	32.7
Monitor multip.	Mindray	PM 700	BR5C-1745CL	2009	28.3
Monitor multip.	Space Labs	SL 2600	1370-201985	2011	47.7
Monitor multip.	Edan	M - 9	M92030951867LBJP2	2009	48
Monitor multip.	Edan	M - 9	M92030951866LBIP2	2009	48
Monitor multip.	Drager	Infinity Delta	6003975862	2011	28.1
Monitor multip.	Drager	Infinity Delta	6004065470	2011	28.1
Monitor multip.	Dreger	Infinity Delta	6003972464	2011	28.1
Microscopio Q.	Carl Zeiss	Opmi-1	90945	N/u	80
Microscopio Q.	Carl Zeiss	S/M	17320	N/U	40
Equi.laparoscop	Karl Storz	22220055	Nw307654	2013	327
Pulsioxímetro p.	Meck	Mp1103311Op	06D0510	2009	4.4
Unid. Electrocirugía	Kls Martin	Maxium	ME40210603124329	2012	119.9
Unid. electrocirugía	Kls Martin	Maxium	ME402106031124327	2012	119.9
Unid. electrocirugía	Kls Martin	Maxium	ME40210603124133	2012	119.9
Unud. electricirg	Kls Martin	Maxium	ME402106031124331	2012	119.9
Unid. electrocirugía	Soring	MBC - 601	912310	2012	65.4
Unid. electrocirugía	Valleylap	Force Triad	TOK18997E	2010	67.6
Electrobisturi	Ellman	S/M	2454	N/U	71.9
Insuflador CO2	Olympus	Insuflator-15 L	12379 LF C	N/U	25
Aspir.secrecions	Mevacs	M90	1712123	2012	420
Aspir.secrecions	Mevacs	M90	1712125	2012	420
Aspir.secrecions	Mevacs	M90	1712122	2012	420
Aspir.secrecions	Mevacs	M90	1713104	2012	420
Aspir.secrecions	Mevacs	M90	1713101	2012	420
Aspir.secrecions	Mevacs	M90	1713103	2012	420
Aspir.secrecions	Thomas	1243	6100001246	2010	479.6

Aspir.secrecions	Thomas	1243	6100001247	2010	479.6
Aspir.secrecions	Thomas	1243	41300001883	2013	476.6
Aspir.secrecions	Thomas	1243	41300001898	2013	479.6
Aspir.secrecions	JMCA	YX93OD	B1.125	N/U	226.7
Aspir.secrecions	JMCA	YX93OD177	N/U	226.7
Aspir.secrecions	Fanem	089/A	FAB 0364	N/U	550
Aspir.secrecions	Medi punp	1133	30500004480	2009	274.7
Lámp cialítica Te	Kls Martin	Marled v/16	mV16B1CO181/CO178	2012	225
Lámp cialítica Te	Kls Martin	Marled V/16	mV16B1C5933/C5915	2012	225
Lámp cialítica Te	Kls Martin	Marled V/16	mV16B1C5918/C5930	2012	225
Lámp cialítica Te	Kls Martin	Marled V/16	mV6B1KC5925/C5928	2012	225
Lámp cialítica Te	Kls Martin	Marled V/16	mV16B1C5920/C5923	2012	225
Lámp cialítica Te	Mediland	ML600/D plus	083502701V5.02	2008	700
Lámp cialítica Te	Surgiris	S-0701	A10.010110	2012	700
Lámp cialit. port	Mediland	ML600/MB plus	083303105V1.01	2008	357.5
Mesa quirúrgica	Barrfab	BF 683	719911212	2012	371.07
Mesa quirúrgica	Barrfab	BF 683	72011212	2012	371.07
Mesa quirúrgica	Barrfab	BF 683	71981212	2012	371.07
Mesa quirúrgica	Barfab	BF 683	72001212	2012	371.07
Mesa quirúrgica	Mediland	C - 200	2101019005001	2010	400
Mesa quirúrgica	Mediland	C - 200	80401701	2010	400

Tabla 7: UNIDAD DE CUIDADOS INTENCIVOS (UCI)

DESCRIPCION	MARCA	MODELO	SERIE	AÑO FABRICAC.	POTENCIA (W)
Desfibrilador	PHILIPS	HERTSTART mrx	US00568216	2013	26
Ecografo	Medison	EK07-EXP	513300000134	2013	134.5
Electrocardiografo	Burdick	ATRIA 3100	A3100-002137	2007	28.2
Monit multiparam	Mindray	Bene View T8	CF-38118813	2013	71.6
Monit multiparam	Meck	NT - 1000	NT-07E-0610	2008	34.7
Monit multiparam	Meck	MP -1000	614	2013	34.7
Monit multiparam	Mindray	Bene View T8	CF-38118812	2008	71.6
Monit multiparam	Meck	MP 1000	NT-07-E-0625	2013	34.7
Monit multiparam	Mindray	Ene View T8	CF-38118814	2013	71.6
Ventilador Volum.	Hamilton	G-5	7415	2013	49.9
Ventilador volum.	Hamilton	G-5	7695	2013	49.9
Ventilador volum	Hamilton	G-5	7720	2013	49.9
Ventiladoe volum.	Hamilton	G-5	7413	2013	49.9
Ventilador volum.	Hamilton	C-2	7671	2013	65.1
Ventilador volum.	Hamilton	C-2	7672	2013	65.1
Ventilador transp	Pulmonetic	LTV-1000	A23376	2008	28
Ventilador volum	VIASYS	VELA	AJT1691	2009	104.16
Ventilador volum	VIASYS	VELA	ASTO3174	2009	104.16
Ventilador volum	VIASYS	VELA	AJT1596	2009	104.16
Ventilador volum	VIASYS	VELA	AJT3168	2009	104.16
Ventilador volum	VIASYS	VELA	AJTO1616	2009	104.16
Ventilador volum	VIASYS	AVEA	AKV04400	2011	292.9
Ventilador volum	VIASYS	AVEA	AKV04397	2011	292.9
Ventilador volum	DRAGER	OXILOG 3000	SRYJ0080	2007	26

Tabla 8: EQUIPOS CRÍTICOS EN CIRUGIA DE DÍA:

DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	SERIE	AÑO FABRIC.	P (W)
U. Anestesia	Draguer	Primus	ASCH	2011	140.4
Moni. Multipara	Draguer	INFINITY DELTA	600 2437269	2011	28.1
Moni. Multipara	VOTEM	VP-1200	CBJ 9006	2009	25.9
U. electrocirugía	LED SPA	Surtron 400	3460096948	2011	116.6
U. electrocirugía	LED SPA	Surtron 400	3460089797	2011	117.2
Ecógrafo portátil	S/M	WE-9508C	GB10152	1997	43.4
E. laparoscopia: monitor, u. electrocirugía, cámara, fuente de luz	STORZ	Autocon II 400, tecam SL, halógeno 150 pvm14l2md	2000702 Uz02350 GB 653100p IF 6568	2011	301.6
E. laparoscopia Artroscopia: monitor HD, cámara de video HD, fuente de luz, insuflador, shaver	STORZ	Fs-I-261D 22201020-110, Xenón 300, 26430520, 20721020	D26010190084, Zz680535-p, Py0669744, Oy24411B, BB0640925	N/U	670.8
Unid. anestesia	Medec	SATURN EVO	40049	2009	117.18
Mtor. multipara	MEDEC	MEDEC-1100	CF-8B-102146	2009	71.6
Lamp. Cialitica p	HERAEUS	55002611	S/S	S/U	130.2
Lámpara led	BURTON	S/M	5253801	2011	10.9
Monit. Multipar.	VOTEM	VP-1000	BCIJ003	2010	19.5
Monit. Multipar.	MEK	MP-1000	NT-04L-0821	2000	23.9
Monitor pulsioxímetro	EDAN	M3	M33031133550SQ	2011	10.9

1.2.- Trabajos previos:

Internacional 1

Universidad Técnica del Norte

Facultad de Educación Ciencia y Tecnología

Título: 'Análisis de carga del hospital San Vicente de paúl de la ciudad de Ibarra y propuesta para el cumplimiento de la calidad de energía según regulación no. Conelec 004/01'

Tesis de grado previa la obtención del título de Ingeniero en la especialidad Mantenimiento Eléctrico.

Autores:

Aguirre Alarcón Luis Felipe

Herrera Churta Germán Edmundo

Ibarra, Ecuador; julio 2010

Conclusiones

Después de realizado el estudio y análisis de carga del Hospital San Vicente de Paúl se ha llegado a las siguientes conclusiones.

1. El valor promedio del factor de potencia en el transformador de 800 kVA es de 0,89 la máxima potencia aparente es de 140 kVA, lo que quiere decir que utiliza solamente el 17,5 % de su capacidad.
2. El transformador de 200 kVA se encuentra sub utilizado, la máxima potencia aparente que registra es de 380 VA, esto quiere decir que está utilizado el 0,19 % de su capacidad.
3. La máxima potencia registrada en el transformador de 75 kVA en el período de medición es de 2,9 kVA esto quiere decir que el porcentaje de utilización es del 3,86% de su capacidad.
4. No existe un ingeniero eléctrico quien esté a cargo del mantenimiento eléctrico del hospital y además no existe coordinación en el encendido de motores lo que hace que incremente de la demanda.

Internacional 2

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

Título: 'PROPUESTA DE MEJORA, EVALUACIÓN DE EQUIPOS Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE ENERGÍA EN UNAERC, SALAS A, B Y C DE HEMODIÁLISIS'

Autor: Manuel Adrian Jimenez Salacán

Al conferírsele el título de **ingeniero electricista**

Asesorado por el Ing. Arturo Alejandro Cruz Castro

Guatemala, marzo de 2013

Conclusiones

1. UNAERC es una institución dedicada a la atención y cuidados de pacientes con insuficiencia renales crónica, por lo tanto, es indispensable tener una red de energía eléctrica en óptimas condiciones, se hace necesaria la remodelación de algunos alimentadores y tableros, siendo estos afectados por el tiempo de estar instalados, el crecimiento y el poco mantenimiento que se les da.
2. La fase de levantamiento permitió al Departamento de Operaciones y Mantenimiento, tener una base de datos actualizada, ubicando las cargas y unidades ancladas a los diferentes tableros del proceso de hemodiálisis.
3. En la actualidad los tableros de distribución TD 4 y TD 8 de las salas de hemodiálisis se encuentran en óptimas condiciones y los calibres de alimentación dimensionados en forma correcta y bajo las normas específicas.
4. La instalación eléctrica lumínica se encuentra en buenas condiciones, en los tableros de distribución TD 4 y TD 8 se deben independizar los circuitos de iluminación, porque existe equipo médico y especial en dichos tableros.
5. El estudio y análisis de parámetros eléctricos, demostraron, que los niveles de voltaje se encuentran en los valores regulados dentro de las normas NTDS.
6. Para tener las corrientes balanceadas se deben de mover algunos *breakers* de los tableros de las salas de hemodiálisis.

7. En la sala de hemodiálisis C las 4 máquinas existentes, por algún error quedaron independizadas en el tablero TD-4 con protecciones independientes, pero compartiendo el mismo neutral y tierra de protección.

Internacional 3

ESPE Universidad De Las Fuerzas Armadas

Vicerrectorado de Investigación y Vinculación con la Colectividad
Maestría en Energías Renovables III Promoción Tesis de Grado Maestría en Energías Renovables

Tema: “Estudio y análisis de eficiencia energética del sistema eléctrico del Hospital IESS – Ibarra”

Autor: ing. Arellano Bastidas Olger Gilberto Sangolqui, 2015

CONCLUSIONES

1. Partiendo del consumo de energía eléctrica que en el año 2014 del Hospital IESS Ibarra, fue de 859,8 MWh esto representa y el 23,02 % respectivamente del total de la matriz energética, que en términos económicos representan el 44,70% de los costos monetarios de la energía consumida en el hospital, con las medidas que se sugieren se puede ahorrar hasta 29,89% que representa unos 257,06 MWh que representa un ahorro anual de 12853 dólares.
2. Los indicadores que se puede alcanzar luego de la implementación son muy buenos relativamente comparados con los de Chile, pero hay también que tomar en cuenta que en este país existen meses muy fríos en los cuales les obliga a tener calefacción y otros muy cálidos donde tiene que usar aire acondicionado, es otra de las ventajas de nuestra posición geográfica la cual ayuda a no ser unos consumidores excesivos de recursos energéticos.
3. La falta de implementación de tecnologías limpias como lo son la solar fotovoltaica o la solar de baja temperatura las cuales ayudarían a reducir los consumos de energía tanto en el sistema eléctrico como en el térmico.

4. El cambio de tecnología es importante ya que está es más económica aun mediano plazo y cuando su vida útil se termine los desechos no son perjudiciales para el medio ambiente.
5. Que la eficiencia energética es muy importante en los actuales tiempos y no se le da aun en nuestro medio la importancia necesaria ya que como se demostró durante el desarrollo de este trabajo ayuda a reducir gastos, en otras palabras, se tiene el mismo confort, pero consumiendo menos energía.

Internacional: 4

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍAS CARRERA INGENIERÍA ELÉCTRICA

Tesis Previa a la obtención del título de:

INGENIERO ELÉCTRICO

TÍTULO: Análisis de calidad de energía en los edificios utilizados por el Hospital León Becerra.

AUTORES: DAVID FREIRE RAMÍREZ y CHRISTIAN VERGARA TUMBACO

Guayaquil, Octubre 2010

De las mediciones:

En general podemos decir que los transformadores, trabajan por debajo del 60% de la capacidad total de los transformadores esta condición, es un desperdicio de utilidad y de funcionalidad, este porcentaje de trabajo de los transformadores representa una generación de bajo factor de potencia hacia las líneas de distribución que puede ser sujeto de penalización, esta situación de bajo fp provoca pérdidas de disipación de potencia en las líneas la empresa eléctrica distribuidora.

Hay situaciones que se presentan en este sistema que son exclusivos de las cargas que se encuentran conectadas, hay cargas que generan un factor de potencia bajo, que inyectan potencia reactiva capacitiva al sistema, esta energía reactiva entregada al sistema por esta carga, pudiera ser consumida por las cargas

que generen potencia reactiva en atraso; pero el hecho es, que las cargas no deben entregar reactivos a otras cargas porque la condición del sistema no puede estar sujeta a la operancia o inoperancia de estas cargas y lo que sí se debe hacer es colocar bancos correctores para las cargas problema, y ahora que hemos mostrado las consecuencias que provocan las cargas de bajo factor de potencia ya sea estas de características de atraso o adelanto podemos concluir que siempre perjudicarán el rendimiento de las cargas.

Para finalizar concluimos que los problemas en el sistema eléctrico del Hospital León Becerra ha sido por el factor de potencia de las cargas y el desequilibrio de corriente entre las fases y por la unión de los sistemas por los neutros, el correcto balanceo en conjunto con la corrección del fp ha demostrado que se puede mejorar el rendimiento de las cargas, y estamos seguros que al disminuir las corrientes de neutro generadas por las fases al balancear las cargas también disminuirémos los índices por distorsión armónica.

Internacional: 5

Universidad nacional del Altiplano

Facultad de ingeniería mecánica eléctrica, electrónica y sistemas

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

“Estudio de la eficiencia energética en los sistemas hospitalarios de salud – hospital ii ayaviri”

Tesis

presentado por:

James Paul Ttacca Hualla

Andrés Mauricio Mostajo Sotomayor

Para optar el título profesional de:

ingeniero mecánico electricista

Puno – Perú

2017

Conclusiones

PRIMERO: La eficiencia energética en el hospital de Ayaviri es muy dependiente de los sistemas eléctricos y mecánicos así como del equipamiento ya que ellos definen el consumo energético bajo o alto.

SEGUNDO: El consumo energético eléctrico y térmico es significativo en el hospital II de Ayaviri y está relacionado con los sistemas mecánicos y eléctricos de alto consumo energético como ascensores, caldera, esterilizadores, lavadoras industriales, calentador de agua, sistema de bombeo, iluminación y equipamiento médico.

TERCERO: El rendimiento de los equipos de producción eléctricos y térmicos según estándares de calidad y normas de eficiencia energética tanto nacional e internacional es deficiente debido a que el equipamiento mecánico y eléctrico del hospital no cuenta con etiqueta de eficiencia de consumo energético.

1.3 Teorías relacionadas al tema:

Características de ondas tanto en tensión y corriente.

Número de Fases. Indica el estado actual en forma instantánea, en un periodo y que está variando en forma constante.

Amplitud de la onda: Es el tamaño de la onda senoidal tomado como máximo, positivo como negativo.

- El tamaño máximo de la onda senoidal cuando es positivo se le denomina "pico o cresta".
- El tamaño máximo negativo, de la onda senoidal se le denomina "vientre o valle".
- Cuando el valor de la onda cuando cruza entre los valores positivo al negativo, o al contrario, se conoce como "punto de equilibrio".

Frecuencia de la onda: Movimiento ondulatorio, es el número de oscilaciones completas y se mide en el tiempo ($f=1/T$).

- Forma de la ondulatorio.

FENÓMENOS ELECTROMAGNÉTICOS

Según norma Estandar 1159 del año 1995 indicas que existen 3 formas.

- Cuando existe desequilibrio de resultados en la RMS tanto en voltaje como en amperaje.
- Cuando existen alteraciones transitorias.
- Cuando existen alteraciones en las ondas senoidales.

La Tabla 9 muestra un resumen de las características típicas de los fenómenos electromagnéticos

Tabla 9. Características electromagnéticos

CATEGORÍAS	CONTENIDO ESPECTRAL	DURACIÓN	MAGNITUD DE VOLTAJE
TRANSIENTES			
IMPULSIVOS			
Nanosegundos	5 ns rise	< 50 ns	
Microsegundos	1 μ s rise	50 ns - 1 ms	
Milisegundos	0.1 ms rise	> 1 ms	
OSCILATORIOS			
Baja Frecuencia	< 5 kHz	0.3 - 50 ms	0 - 4 pu
Media Frecuencia	5 - 500 kHz	20 μ s	0 - 8 pu
Alta Frecuencia	0.5 - 5 MHz	5 μ s	0 - 4 pu
VARIACIONES DE CORTA DURACIÓN			
INSTANTÁNEAS			
Sag (Valles)		0.5 - 30 cycles	0.1 - 0.9 pu
Swell (Crestas)		0.5 - 30 cycles	1.1 - 1.8 pu
MOMENTÁNEAS			
Interrupciones		0.5 cycles - 3 s	< 0.1 pu
Sag (Valles)		30 cycles - 3 s	0.1 - 0.9 pu
Swell (Crestas)		30 cycles - 3 s	1.1 - 1.4 pu

CATEGORÍAS	CONTENIDO ESPECTRAL	DURACIÓN	MAGNITUD DE VOLTAJE
VARIACIONES DE CORTA DURACIÓN			
TEMPORALES			
Interrupciones		3 s - 1 min	< 0.1 pu
Sag (Valles)		3 s - 1 min	0.1 - 0.9 pu
Swell (Crestas)		3 s - 1 min	1.1 - 1.2 pu
VARIACIONES DE LARGA DURACIÓN			
Interrupciones sostenidas		> 1 min	0.0 pu
Bajo Voltaje		> 1 min	0.8 - 0.9 pu
Sobrevoltajes		> 1 min	1.1 - 1.2 pu
Desbalance de Voltaje		Estado Estable	0.5 - 2%
DISTORSIÓN DE FORMA DE ONDA			
Desplazamiento de C.D.		Estado Estable	0 - 0.1%
Armónicos	0 - 100th H	Estado Estable	0 - 20%
Interarmónicos	0 - 6 kHz	Estado Estable	0 - 2%
Hendiduras		Estado Estable	
Ruidos	Banda - ancha	Estado Estable	0 - 1%
FLUCTUACIONES	< 25 Hz	intermitente	0.1 - 7%
VARIACIONES DE FRECUENCIA		< 10 s	

Tomado de la Norma IEEE Estándar 1159 de 1995

Fuente: 'Calidad de energía eléctrica'. Proyecto de la unidad de planeación minero energética de Colombia (UPME) y el instituto colombiano para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. "Francisco José de Caldas" (Colciencias).

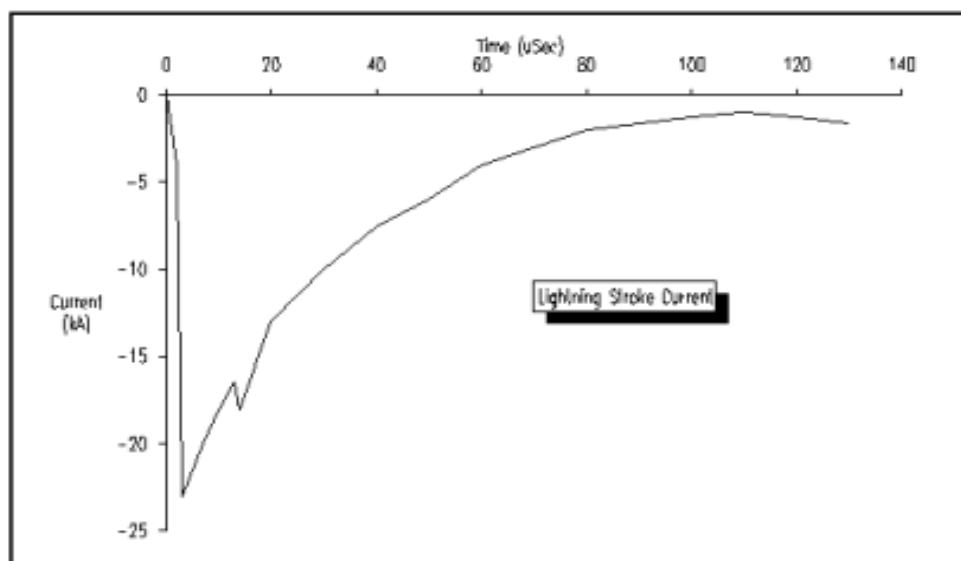
Características típicas:

TRANSITORIO IMPULSIVO

Es un cambio repentino de su estado que puede ser positivo o negativo en una dirección de estado estable de voltaje, amperaje y frecuencia.

Es de tipo pausado en su estado, pero de elevada magnitud, duración rápida y su lectura es en microsegundos. Tiene dos tiempos, uno de ascenso (1 a 10 μ sec) y el otro de descenso (20 a 150 μ sec), además tiene un contenido espectral. (Mayer, 1985)

Figura 6. Transitorios Impulsivos.



Lightning Stroke Current Impulsive Transient

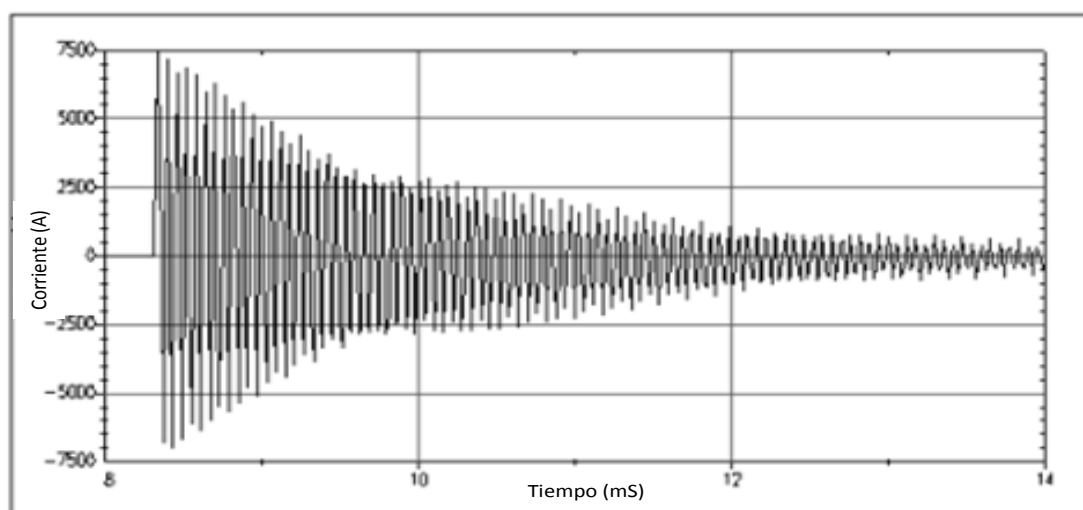
Tomado de la Norma IEEE Estándar 1159 de 1995

Transitorios oscilatorios

Se caracteriza por un cambio repentino en la condición de estado estable de voltaje o amperaje o ambos, cuenta con polos positivos y negativos y de frecuencia diferente del sistema.

Por su forma y contenido espectral, tiempo y magnitud y por su frecuencia se clasifican en: transitorios de alta, media y baja frecuencia.

- Los transitorios oscilatorios con una frecuencia mayor de 500 kHz y una duración típica medida en microsegundos, son considerados transitorios oscilatorios de **alta frecuencia**.
- Cuando la frecuencia se encuentra entre 5 y 500 kHz se considera un transitorio de **frecuencia media**.

Figura 7. Transitorios Oscilatorios

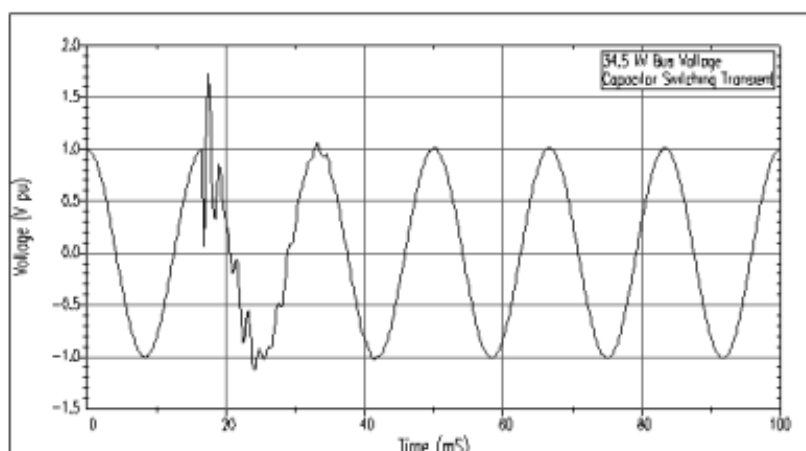
Corriente oscilante transitoria causada por la conmutación de condensadores de atrás hacia atrás

Fuente: Norma IEEE Estándar 1159 de 1995

- Cuando un transitorio tiene una frecuencia < 5 kHz, y una duración de 0,3 ms a 50 ms, ya se considera un transitorio de **baja frecuencia**.

Ocurre en los niveles de sub-transmisión y distribución y en los sistemas industriales y es causado por diversos tipos de eventos.

El más usual es la energización de bancos de condensadores que hacen oscilar la tensión con una frecuencia primaria entre 300 y 900 Hz. La magnitud pico observada normalmente es de 1,3 -1,5 p.u. con una duración entre 0,5 y 3 ciclos dependiendo del amortiguamiento del sistema. (Mayer, 1985)

Figura 8. Transitorios de Baja Frecuencia.

Low Frequency Oscillatory Transient Caused by Capacitor-Bank Energization

Variaciones de tensión de corta duración

Depresiones

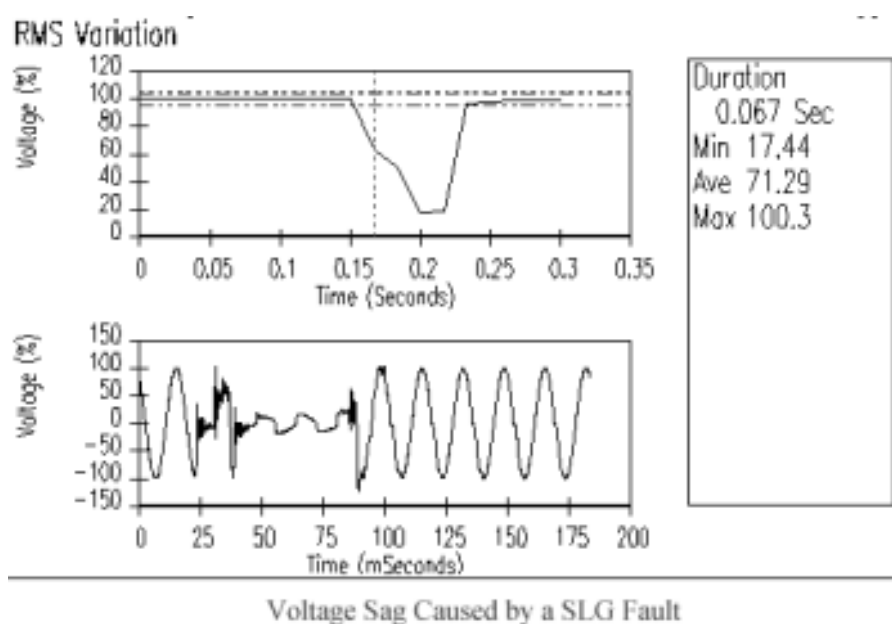
Las depresiones (Sag o Dip), también conocidas como valles o huecos consisten en una reducción entre 0,1 y 0,9 p.u. en el valor R.M.S. de la tensión o corriente con una duración de 0,5 ciclo a un minuto.

Las depresiones de tensión son normalmente asociadas a fallas del sistema, a la energización de grandes cargas, al arranque de motores de elevada potencia y a la energización de transformadores de potencia.

Los efectos nocivos de las depresiones de tensión dependen de su duración y de su profundidad, estando relacionados con la desconexión de equipos de cómputo, PLC y contactores entre otros dispositivos. También presenta efectos sobre la velocidad de los motores.

Diferentes posibilidades existen para mitigar los efectos de los sags. La primera consiste en estabilizar la señal de tensión a través de acondicionadores de red, los cuales existen con diferentes principios y tecnologías. (Mayer, 1985)

Figura 9. Depresiones de Tensión.



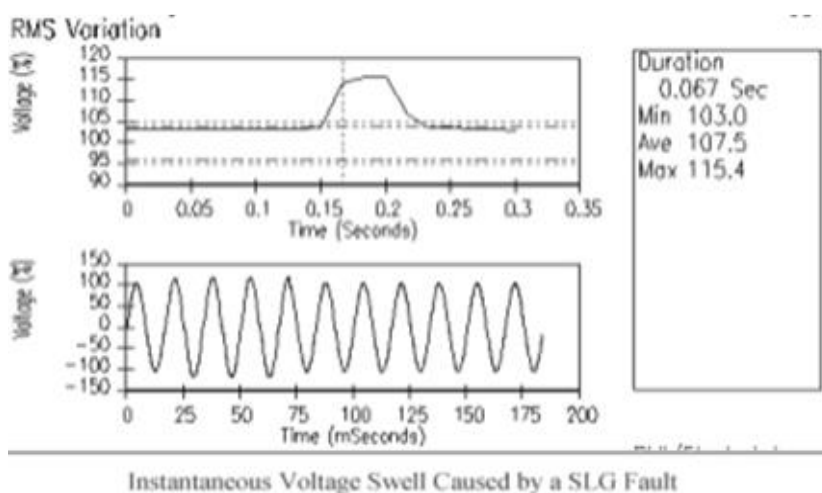
Fuente: Norma IEEE Estándar 1159 de 1995

Crestas

Una cresta se define como un incremento del valor R.M.S. de la tensión o la corriente entre 1,1 y 1,8 p.u. con una duración desde 0,5 ciclo a un minuto.

Como en las depresiones, las crestas se asocian a fallas en el sistema, aunque no son tan comunes como las depresiones. Un caso típico es la elevación temporal de la tensión en las fases no falladas durante una falla línea a tierra. También pueden ser causadas por la desconexión de grandes cargas o la energización de grandes bancos de capacitores. (Mayer, 1985)

Figura 10. Cresta.



Fuente: Norma IEEE Estándar 1159 de 1995

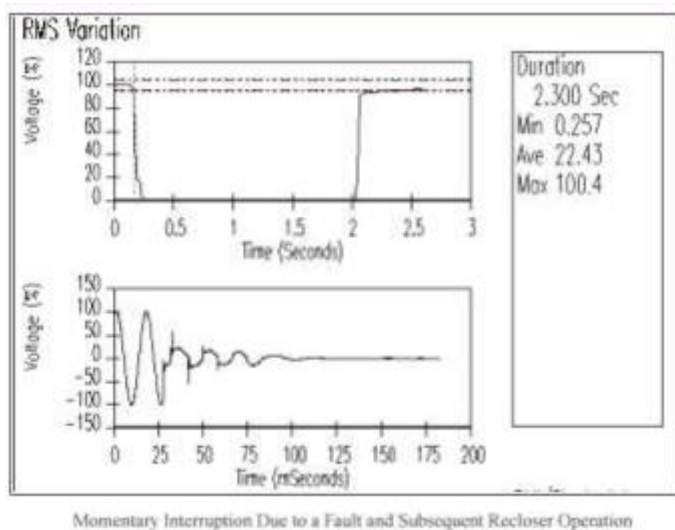
Interrupciones

Se llama así al momento, tanto de voltaje o amperaje de carga es $<$ de 0,1 p.u. a un minuto.

Puede ocasionar fallas en todo el sistema, al funcionar mal los equipos averiados o también por el mal funcionamiento del sistema de control. Las interrupciones se caracterizan por su duración ya que la magnitud de la tensión es $<$ al 10% de instalación.

El recierre repentino por lo general minimiza las interrupciones provocadas por fallas $<$ de 30 ciclos. El tiempo de una interrupción motivada por el funcionamiento indebido de equipos o pérdidas de conexión irregular. (Mayer, 1985).

Figura 11. Interrupciones.



Tomado de la Norma IEEE Estándar 1159 de 1995

Variaciones de tensión de larga duración

Son desequilibrios del valor R.M.S. de la tensión, y es > a un minuto.

Las tolerancias de las normas ANSI C84.1 estable que en un sistema de voltaje en situación de equilibrio en el sistema de potencia, una variación de voltaje es considerado de larga duración cuando es > a un minuto. Por lo tanto es recomendable tomar en cuenta los valores que superen los rangos establecidos.

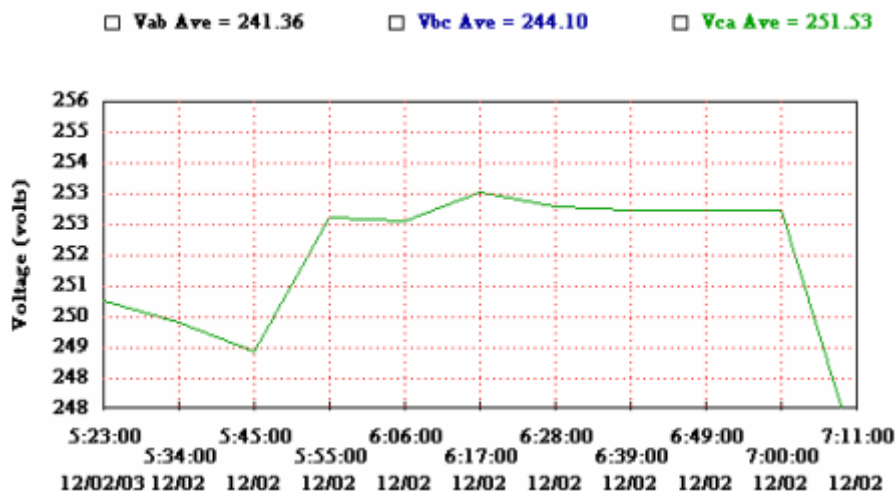
Siempre se debe respetar los límites entre >10% y <10% de la tensión nominal.

Clasificación: Alteraciones de Voltaje en prolongada Duración

a. Sobretensión: Viene hacer el crecimiento de voltaje que es > al 110% de su instalación, por un tiempo superior a 60 segundos.

Las sobretensiones son provocadas por sacar fuera de servicio las mayores cargas existentes o debido a la conexión de bancos de condensadores. Se observa en el momento que el sistema está débil para poder tener la regulación del voltaje o la lectura de voltaje es incorrecto, por no seleccionar bien a los transformadores.

Figura 12. Sobretensiones.



Reconocido por **ser < al voltaje**, por minimizar en el valor R.M.S. del voltaje a < del 90% del valor de instalación, por contar en el tiempo > a un minuto. Poner en marcha una carga o la inoperatividad de banco de condensadores provocan baja tensión, y esto se supera al momento de instalar los equipos de regulación y vuelva a su normalidad.

Los conductores con temperaturas altas producen bajo voltaje. Las temperaturas altas y el abajo voltaje generalmente no se deben a fallas en el sistema, son provocados por las cargas de conexión y desconexión.

c. Una interrupción es sostenida: se refiere cuando la tensión sobrepasa el periodo de un minuto, generalmente estables, requieren la intervención del técnico o profesional en la apertura.

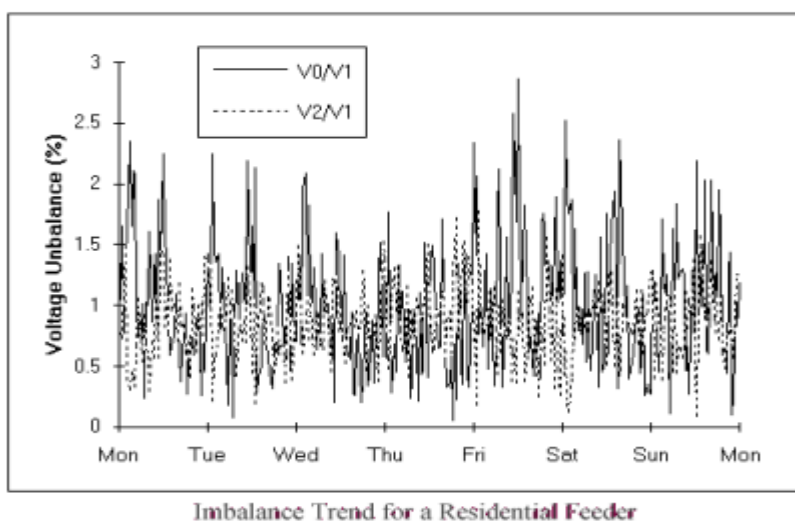
Desequilibrio de tensiones

Esto sucede cuando los 3 conductores no tienen los voltajes iguales y puede definirse como desviación máxima con respecto promedio de los voltajes, expresándose siempre en %.

El desequilibrio, se determina cuando se usan elementos armónicos como la relación de los elementos de secuencia cero ó los componentes de secuencia negativa entre los elementos de secuencia positiva, expresada en %.

Los datos comunes en el desequilibrio de los voltajes, son los sistemas monofásicas instalados en circuitos trifásicos, transformadores que son instalados tipo delta abierto, también en las fallas de su aislamiento en los cables no vistas. El desequilibrio de voltajes debe ser no menos al 2%.

Figura 13. Desequilibrio de Tensiones.



Tomado de la Norma IEEE Estándar 1159 de 1995

Distorsión de onda

La distorsión de onda es un desvío en su forma senoidal del voltaje o amperaje. Su característica visual es deforme y bastante irregular. (Nilson, 2005) e

Principales distorsiones:

- Corriente directa
- Armónicos
- Inter-armónicos
- Hendiduras

Corriente Directa

Se denomina corriente directa cuando está presente el voltaje o el amperaje en una potencia alterna (CA).

Pudiendo pasar debido al efecto de la rectificación de media onda, extensiones de vida o interruptores de luz incandescentes. Por ejemplo, puede ser los diodos que bajan los valores R.M.S. del voltaje de alimentación para rectificación.

Efectos de la presencia de DC en redes de AC:

La corriente directa en redes de corriente alterna produce efectos perjudiciales al polarizar los núcleos de los transformadores.

La corriente directa es una causal, del aumento de corrosión en los electrodos de puesta a tierra y en otros conductores y conectores. (Nilson, 2005)

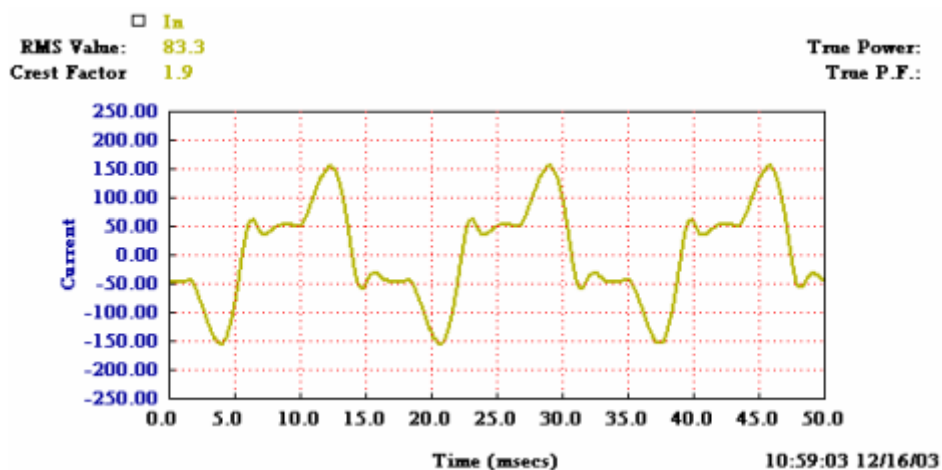
Armónicos

Los armónicos son disturbios que provocan las distorsiones de las ondas senoidales, Tomando en cuenta la frecuencia, en nuestro país es de sesenta Gers.

El aspecto onda que se distorsionan son deformes, según Fourier es la suma de elementos fundamentales incrementado a los elementos armónicos. La descomposición armónica es originada, principalmente por las cargas no lineales.

Los niveles de la distorsión se describe mediante las magnitudes y su ángulo de fase, de cada elemento individual. teniendo en cuenta la tasa de distorsión armónica.

Figura 14. Corriente Armónica.



Efectos de armónicos

- Alteran casi siempre o permanentes las lecturas de los medidores eléctricos de disco de tipo inducción.
- Las energías que se generan, por las corrientes repentinas, se juntan al conjunto de corrientes armónicas, las cuales provocan temblores y sonidos en los transformadores, reactores y máquinas rotativas.
- Provoca interrupción comunicativa.
- Provoca disminución del cosfi.
- Provoca calentamiento de cables.
- provocar ferro-resonancia.
- Provoca calentamiento de transformadores debido al incremento armónicos.
- Al aumentar el amperaje por los armónicos, también aumenta el calentamiento y las pérdidas en los cables, causan mayor amperaje en los neutros de bajo voltaje.
- Provocan altas temperaturas en transformadores, máquinas y cables de los sistemas.
- Las armónicas de voltaje causan perturbaciones en los sistemas electrónicos. ejemplo, afectan el desempeño de los componentes electrónicos.

Disminuir los efectos que hacen daño - armónicos

- Contar con una data constante y actualizado del sistema para detectar presencia de armónicos indeseables.
- Se recomienda el uso de filtros para desterrar los armónicos no deseables.
- El dimensionamiento y selección de equipos como los transformadores, máquinas teniendo en cuenta la presencia de corrientes no sinusoidales (presencia de armónicos).

Interarmónicos

Son las tensiones o corrientes con componentes de frecuencia que no son múltiplos enteros de la frecuencia.

Los interarmónicos se pueden encontrar en redes de todas las clases de tensiones. Las principales fuentes de interarmónicos son los convertidores estáticos de frecuencia, los ciclo convertidores, los motores asincrónicos y los dispositivos de arco.

Efectos de calentamientos, similares a los producidos por los armónicos, son causados por los interarmónicos. Debido a que los interarmónicos son fuentes de las fluctuaciones de tensión, se presenta alto riesgo de la generación de flicker.

La mitigación de los efectos de los interarmónicos se realiza con base en filtros pasivos. (Nilson, 2005)

Muecas de Tensión (Notching)

Perturbaciones constantes en la forma de onda de tensión, causadas por los dispositivos electrónicos, cuando la corriente es conmutada de una fase a otra. Se caracterizan por el espectro armónico de la tensión afectada.

Cuando los integrantes de la frecuencia se juntan pueden ser muy altos y no son ubicados por equipos de medición para su diagnóstico.

Este tipo de muesca de voltaje causan defectos en las CPU, impresoras láser y en los bienes electrónicos.

Para eliminar las muescas significaría quitar los bienes sensibles del sistema que las produce. La inserción de reactancias inductivas también puede servir como solución, para balancear las muescas (Nilson, 2005).

Figura 15. Muecas de Tensión (Notching).

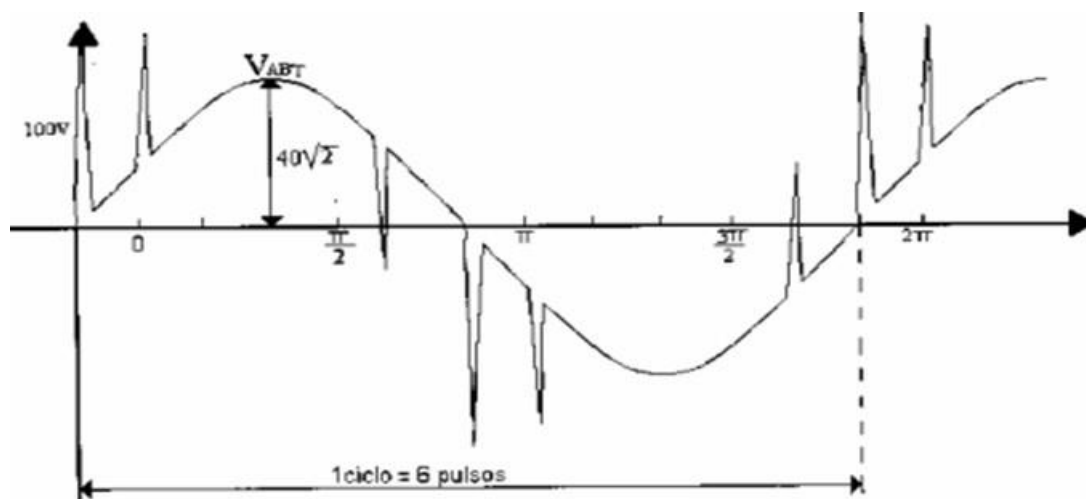


Figura 16. Curva ITIC (Antigua CBEMA₁)

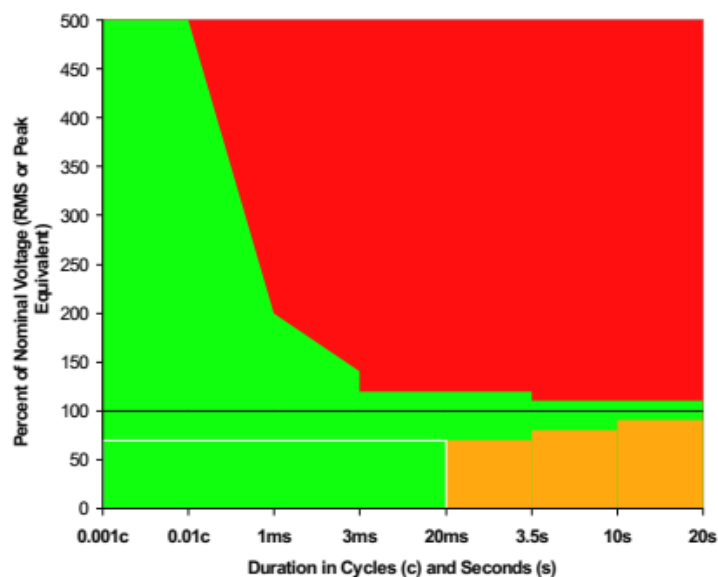
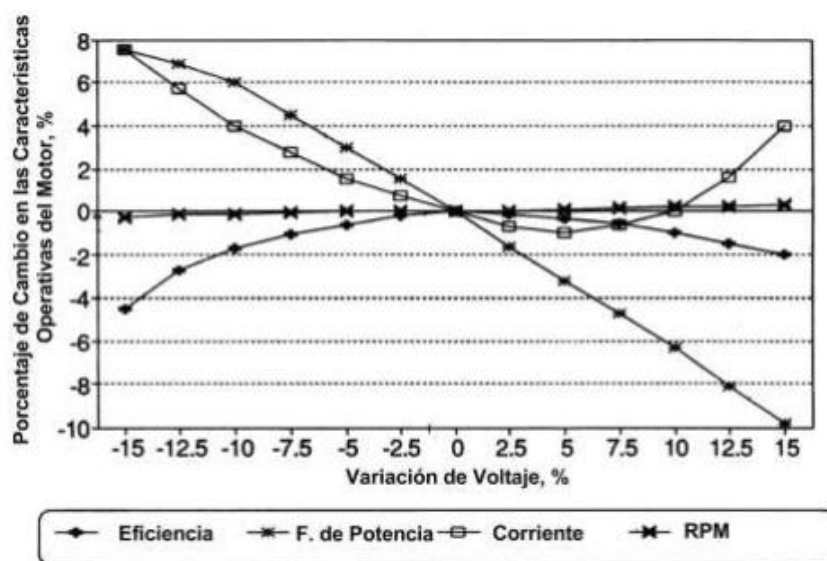


Figura 17. Efecto de las Variaciones de Tensión en los Motores



Fuente: Norma IEEE 141-1993. Recommended Practice for Electric Power Distribution for industrial Plant.

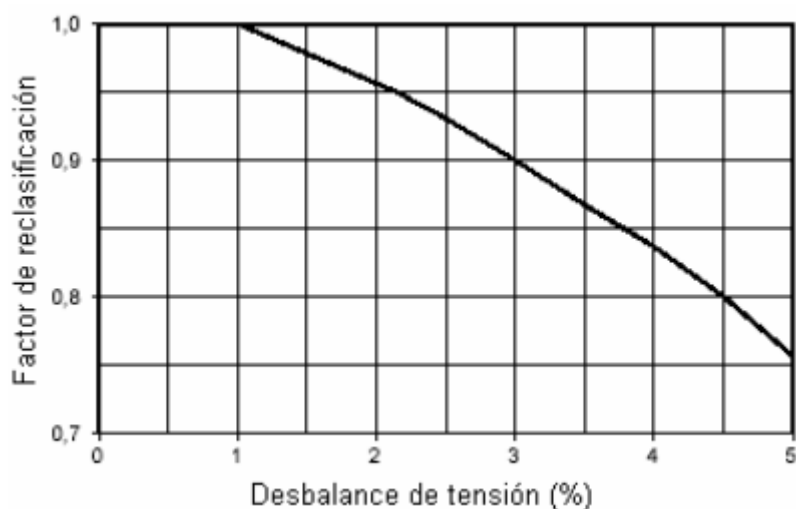


Figura 18. Desequilibrios de Voltaje en los Motores

Fuente: NEMA Standards Publication ANSI/NEMA MG 1-2003, "Motors and Generators". USA, 2004.

Cambios de frecuencia en el sistema de potencia

Los cambios de frecuencia es la alteración de la repetición importante del sistema de su valor instalada, y en nuestro país es de sesenta Hertz.

La frecuencia está directamente relacionada con la velocidad de rotación de los generadores que componen el sistema. Normalmente existen ligeras variaciones de frecuencia debido a la fluctuación del balance entre la generación y la demanda de potencia de un sistema.

El Consejo de la Industria de Tecnología de la Información (ITIC) describe los valores tolerables y la duración de las variaciones de voltaje que pueden ocurrir sin dañar o interrumpir las funciones de sus productos.

Estos valores son aplicables a sistemas de 120 V R.M.S. 60 Hz. Se definen tres regiones; la región prohibida, donde no es posible la explotación, la zona de operación sin interrupciones y la región donde no deben suceder daños permanentes a sus equipos ante variaciones de la magnitud mostrada. (Mayer, 1985)

1.4 Formulación del problema:

¿De qué manera un análisis técnico económico permitirá mejorar la calidad, seguridad y eficiencia del consumo de energía eléctrica en el Hospital Regional Docente de Trujillo?

1.5. Justificación del estudio:

Justificación económica:

Esta investigación es necesaria, pues con un buen dimensionamiento y selección de equipos para reducir la distorsión armónica, se reducirán las pérdidas en conductores, pues trabajarán con menos amperaje, reduciendo el pago por energía activa, además de dar mayor seguridad, pues se trabajarán con conductores con menor temperatura, aumentando la seguridad operacional. Al instalar bancos de condensadores se tendrá una reducción en el pago por el orden de los dos mil soles por mes. Se reducirán los costos de mantenimiento pues los equipos trabajarán con menor carga.

Justificación tecnológica:

Se empleará equipo de medición de precisión para monitorear los parámetros eléctricos, que inciden en la calidad de energía, como tensión, intensidad de corriente, potencias activas y reactivas inductivas, distorsión armónica, factor de potencia, etc., además se seleccionará dispositivos adecuados para reducir la tasa de distorsión armónica, automatizados.

Justificación social:

En la actualidad la única manera para que el hospital cuente con equipos confiables para que los Médicos den un buen diagnóstico a los pacientes y recuperar la imagen ganado por los años transcurridos es mejorando la calidad de energía, independizando a todos los servicios llamados críticos. Los equipos Médicos estarían operando al 99% de su capacidad en bien del paciente. Al contar con la energía de buena calidad el técnico de mantenimiento estará confiado y seguro para ocuparse de otro tipo de mantenimiento hospitalario.

1.6.- Hipótesis:

Un análisis técnico económico del sistema eléctrico permitirá mejorar la calidad, seguridad y eficiencia del consumo de energía eléctrica del Hospital regional Docente de Trujillo.

1.7. Objetivos:

Objetivo General

Realizar un análisis técnico económico para determinar medidas a implementar y mejorar la calidad, seguridad y eficiencia del consumo de energía eléctrica del Hospital Regional Docente de Trujillo

Objetivos específicos

1. Realizar un balance de potencia y energía del sistema eléctrico de potencia del hospital regional docente, determinando los valores de potencias, factor de potencia, desequilibrio de tensiones, eficiencias, costos y seguridad
2. Determinar la calidad de energía en el SEP del Hospital, determinando el número de transitorios en la onda eléctrica senoidal monofásica/trifásica
3. Dimensionar y seleccionar equipos de compensación del factor de potencia en el sistema
4. Realizar un análisis del sistema de protección eléctrica del hospital regional docente
5. Determinar las soluciones técnicas y tecnológicas necesarias para mejorar la calidad de energía del SEP.
6. Realizar un análisis económico de la mejora de calidad, seguridad y eficiencia del consumo de energía, determinando las inversiones, beneficios, costos de mantenimiento y de operación
7. Realizar un análisis financiero de la mejora, determinando los indicadores financieros que permitan realizar la inversión en la mejora de la calidad de energía

CAPÍTULO II

MÉTODO

2.- Método

2.1 Diseño de investigación

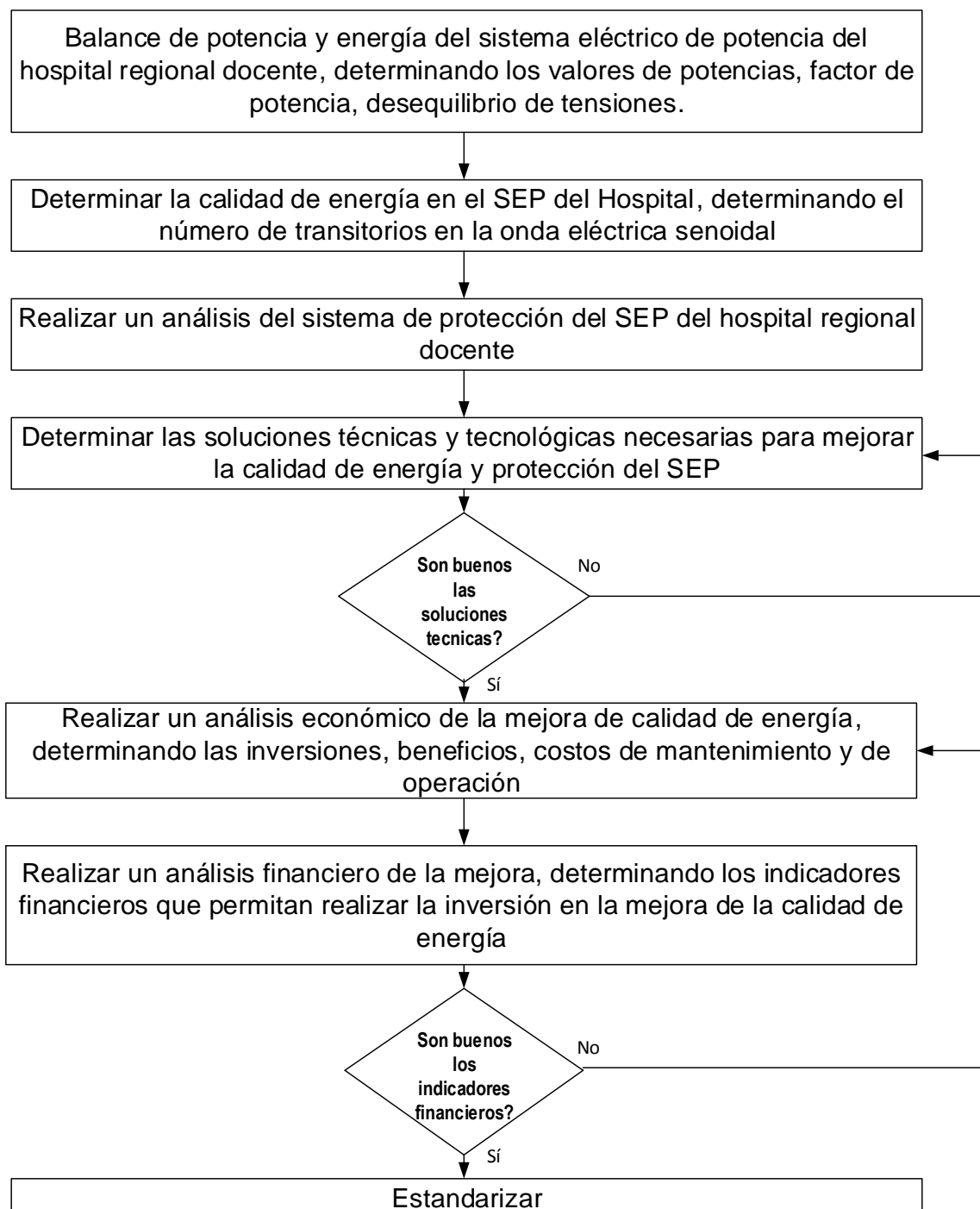
Es, **No experimental – transversal**. Por qué se recogen datos, mediciones, se analiza, se propone, se realiza discusiones, se realiza análisis financieros y se recomienda.

Es aplicada, Porque aplica técnicas de ingeniería mecánica eléctrica para dar soluciones a un problema hospitalario.

Es descriptivo, Porque describe en un determinado periodo o tiempo todo lo relacionado al tema de investigación.

Método longitudinal: Recolecta datos a través del tiempo en puntos o períodos especificados, para realizar cambios respecto a la investigación, y posteriormente ver resultados.

Pasos a seguir para alcanzar los objetivos de la investigación



2.2.- Variables, operacionalización

- Variable independiente:
 - Potencia eléctrica de distribución kw,
- Variable dependiente:
 - Variable dependiente 1: Rendimiento del Sistema eléctrico de potencia, del HRDT, %
 - Variable dependiente 2: Calidad de energía, THDi < 15%
 - Variable dependiente 3: Seguridad eléctrica

Variables intervinientes:

- Variación de tensión y frecuencia de la red de suministro eléctrico

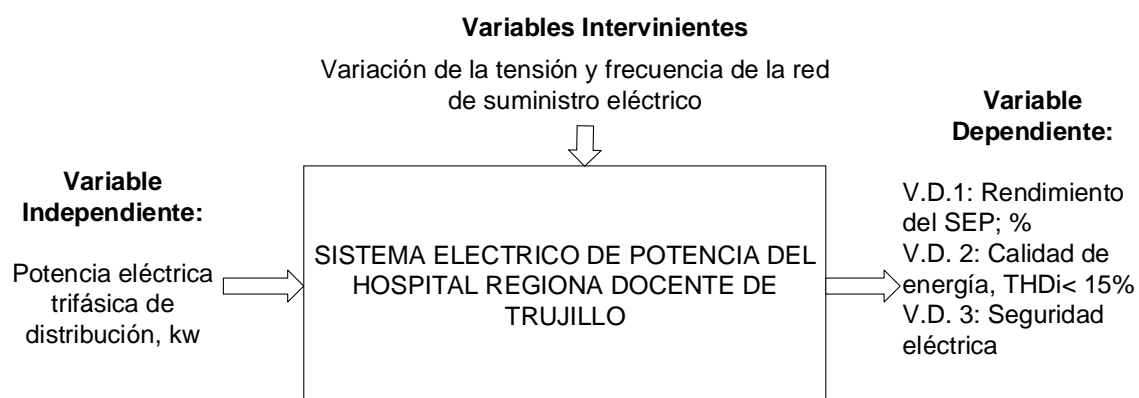


Figura 19: Variables del proceso de estudio. Elaboración propia

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente: Potencia del SEP	Es la capacidad de realizar trabajo eléctrico en la unidad de tiempo	Producto de tensión de línea, intensidad de línea y factor de potencia del sistema que suministra nueva potencia	Potencia activa	0...400 Mw
Variable dependiente 1: Rendimiento del SEP	Es el grado de aprovechamiento de la energía que ingresa, entregando más energía, con menor pérdidas	Se refiere a la relación que existe entre la potencia que entrega en sus bornes del sistema eléctrico de potencia repotenciado, y la potencia activa que absorbe el SEP	Eficiencia de conversión de energía	0...100 %
Variable dependiente 2: Calidad de energía del SEP	El la distorsión de la onda senoidal eléctrica y que puede reducir las capacidades de equipos	Se refiere al número de interrupciones del funcionamiento de un activo, por reducción de la potencia eléctrica, debido a la distorsión de la onda senoidal de la energía eléctrica	Armónicos	0...100 %
Variable dependiente 3: Seguridad eléctrica	Es el campo de la ingeniería eléctrica responsable del buen uso de la energía eléctrica y el mantenimiento de sistemas eléctricos y electrónicos para que sean seguros para las personas.	Seguridad eléctrica es la disminución del riesgo de efectos nocivos que puedan darse por la utilización de una determinada técnica que involucre el uso de equipos eléctricos o trabajos expuestos a la misma	Frecuencia de interrupciones eléctricas	0..5 Veces/mes

2.3.- Población y muestra

2.3.1 Población

Zonas críticas del Hospital Regional Docente de Trujillo.

2.3.2 Muestra

Sistema eléctrico trifásico del Hospital Regional Docente de Trujillo.

2.4.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica	Instrumento	Objeto	Objetivos
Observación	Hoja de toma de datos	Procesos de transmisión, distribución y conversión de energía eléctrica	Conocer los parámetros del sistema eléctrico y las variables que definen su potencia y calidad.
Entrevistas	Hoja de entrevista	Personal técnico; médico y enfermeras	Tener mayores detalle sobre la problemática de la calidad de energía y priorizar los equipos y sistemas a analizar
Encuestas	Hojas de encuestas	Personal ejecutivo del Hospital	Determinar el grado de uniformidad en el enfoque de a problemática de calidad de energía y la importancia acordada, así como el posible impacto que tendría la renovación de equipos
Mediciones	Multímetros eléctricos; Analizadores de redes	Procesos de, transmisión, distribución, conversión y utilización de la energía eléctrica	Determinar tipos de armónicos, su cantidad, que permitan determinar con mayor precisión el impacto negativo así como las medidas a tomar para la solución del problema

2.5. Métodos de análisis de datos

En el presente estudio se realizarán análisis descriptivos, que describan la interrelación de las variantes estudiadas, empleará calculo descriptivo. Se realizará estudios diferenciales: En donde las hipótesis que se formulan debe ser veraz.

2.6. Aspectos éticos

Se aplicará información nueva, realizada e investigado por el autor, no existe plagio, considerando la autenticad de las referencias y sus conclusiones; se respeta la pertenencia del estudio, el medio ambiente; se respeta la privacidad; la identidad de las personas que participan en el estudio; honestidad.

CAPÍTULO III

RESULTADOS

3. Resultados

3.1. Balance de potencia y energía del sistema eléctrico de potencia del hospital regional docente

Tabla 10: Análisis del Sistema Eléctrico del HRDT en Base a Energías. Elaboración propia

mes y año	Energía Activa, EEP	Energía Reactiva, EEQ	Energía Aparente, EES	Factor de potencia $\cos \varphi$	Calificación
	Kw-h/mes	Kvar-h/mes	Kva-h/mes		
diciembre-16	67.093,17	50.098,75	83.733,97	0,80	Presente en Punta
enero-17	77.926,21	52.497,71	93.960,12	0,83	Presente en Fuera de Punta
febrero-17	83.827,75	49.840,25	97.525,08	0,86	Presente en Fuera de Punta
marzo-17	91.602,05	53.255,44	105.957,90	0,86	Presente en Fuera de Punta
abril-17	71.179,67	46.626,38	85.091,51	0,84	Presente en Fuera de Punta
mayo-17	71.854,65	49.642,65	87.335,46	0,82	Presente en Punta
junio-17	65.872,78	48.238,99	81.646,94	0,81	Presente en Fuera de Punta
julio-17	65.108,93	47.240,66	80.441,61	0,81	Presente en Punta
agosto-17	67.414,33	48.004,00	82.759,14	0,81	Presente en Punta
septiembre-17	64.615,51	45.634,47	79.105,43	0,82	Presente en Punta
octubre-17	66.068,00	46.923,00	81.035,48	0,82	Presente en Punta
noviembre-17	64.170,00	44.947,00	78.345,53	0,82	Presente en Punta

Fuente: Recibos de energía eléctrica Hidrandina año 2017

Determinación de máxima demanda de EE HOSPITAL REGIONAL DOCENTE SECTOR EQUIPOS CRÍTICOS			
It	Denominación	Pn	U M
1	UCEP	6.11	kw
2	Emergencia	4.87	kw
3	Pediatría	4.87	kw
4	Neonatología	26.28	kw
5	Sala de operaciones	14.39	kw
6	UCI	4.00	kw
7	Cirugía de día	5.50	kw
8	Aire acondicionado	90.65	kw
9	Iluminación interna	4.8	kw
10	Iluminación externa	3.24	kw
11	Estufas eléctricas	6	kw
12	Microondas	13.50	kw
13	hervidores/caféteras	9.00	kw
Total Potencia activa		193.20	kw

Tabla 11 Máxima demanda actual de energía eléctrica HRDT. Fuente: Contabilidad eléctrica del HRDT. Elaboración propia

Tabla 12: Análisis del Sistema Eléctrico del HRDT en base a Potencias. Elaboración propia

ANALISIS EN BASE A POTENCIA EN HRDT Diciembre 2016 a noviembre 2017										
mes y año	Factor de Potencia $\cos \varphi$	Angulo de desfase φ (°)	HP h/mes	HFP h/mes	P kw	Pmax kw	Qmax Kvar	Smax KVA	Sn KVA	Carga %
diciembre-16	0.80	36.75	130	614	90.18	166.51	124.33	207.81	400.00	52
enero-17	0.83	33.97	130	614	104.74	189.00	127.33	227.89	400.00	57
febrero-17	0.86	30.73	120	552	124.74	222.28	132.16	258.60	400.00	65
marzo-17	0.86	30.17	135	609	123.12	232.54	135.19	268.98	400.00	67
abril-17	0.84	33.23	115	605	98.86	232.54	152.33	277.99	400.00	69
mayo-17	0.82	34.64	130	614	96.58	232.00	160.28	281.98	400.00	70
junio-17	0.81	36.22	125	595	91.49	232.00	169.89	287.56	400.00	72
julio-17	0.81	35.96	120	624	87.51	232.00	168.33	286.63	400.00	72
agosto-17	0.81	35.45	130	590	93.63	212.51	151.32	260.88	400.00	65
septiembre-17	0.82	35.23	130	590	89.74	184.37	130.21	225.71	400.00	56
octubre-17	0.82	35.38	130	614	88.80	174.30	123.79	213.79	400.00	53
noviembre-17	0.82	35.01	125	595	89.13	167.30	117.18	204.26	400.00	51

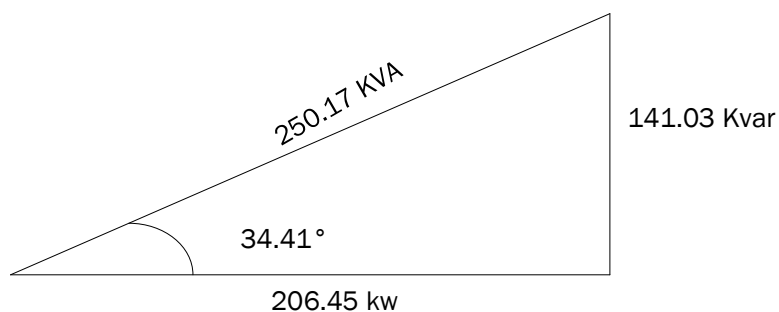


Figura 20. Triángulo de potencias actual del sistema eléctrico del HRDT. Elaboración propia

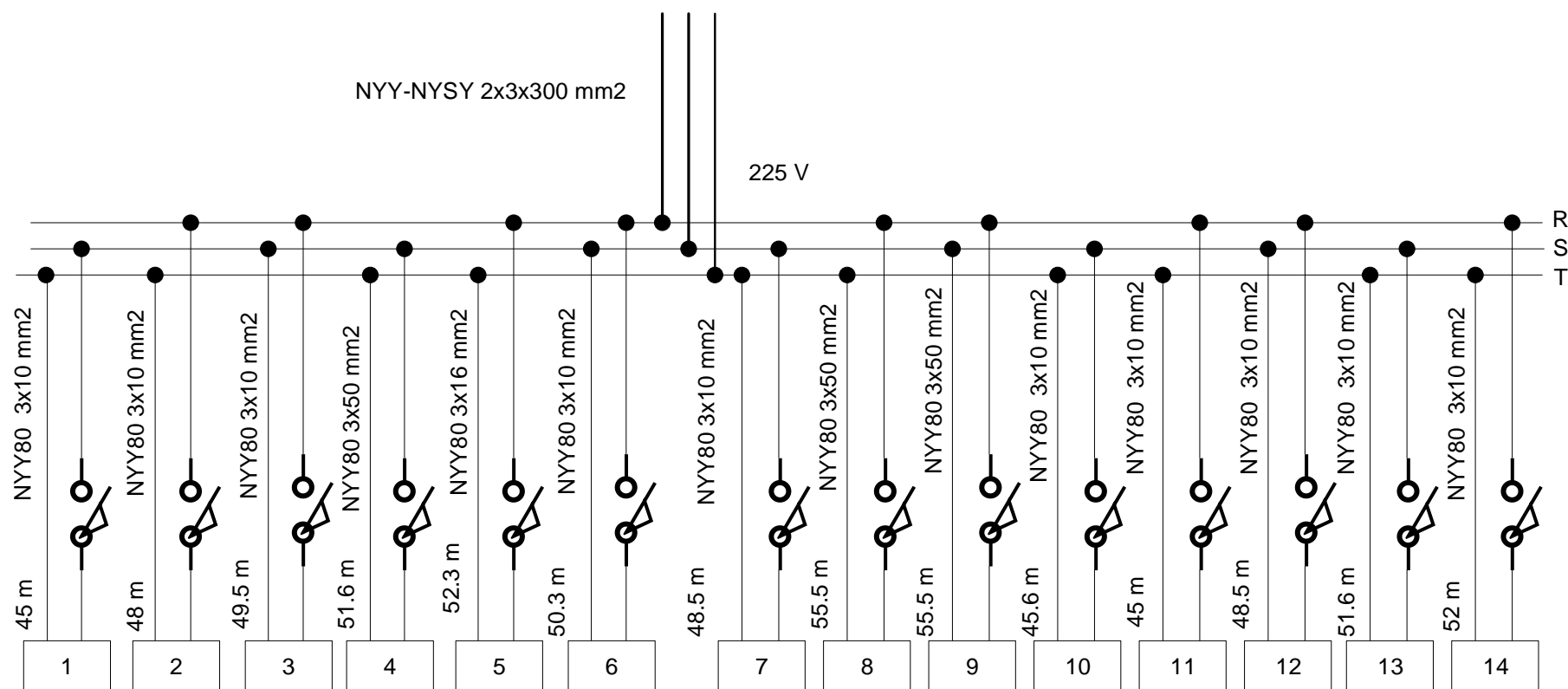


Figura 21. Distribución equipos críticos HRDT. Elaboración propia

1	UCEP
2	Emergencia
3	Pediatría
4	Neonatología
5	Sala de operaciones
6	UCI
7	Cirugía de día

8	Aire acondicionado 1er Piso
9	Aire acondicionado 2do Piso
10	Iluminación interna
11	Iluminación externa
12	Estufas eléctricas
13	Microondas
14	hervidores/café

Cálculo de caída de tensión en conductores de cargas críticas

a) En UCEP

- Tensión en bornes de cargas: 220 V
- Factor de potencia: 0.825
- Potencia activa en bornes de entrada: 6.11 kw
- Distancia desde bornes de cargas a barra de distribución: 45 m
- Cable: NYY-NYSY 80 °C, 3x 10 mm²

Intensidad de fase en conductor

$$I_{n1} = \frac{P(w)}{U(V) * \cos\varphi}$$

$$\rightarrow I_{n1} = \frac{6110 \text{ w}}{220 \text{ V} * 0.825} = 33.67 \text{ A}$$

Resistencia de línea

$$R_L = \rho_{Cu} * \frac{L_{Línea}}{S_{Línea}}$$

$$\rightarrow R_L = 0.0175 \Omega \frac{mm^2}{m} * \frac{45 \text{ m}}{10 \text{ mm}^2} = 0.07875 \Omega$$

Caída de tensión en línea monofásica:

$$\Delta U1 = R_L * I_{n1} [V]$$

$$\rightarrow \Delta U1 = 0.07875 \Omega * 33.67 \text{ A} = 2.64 [V]$$

Pérdida de potencia en conductor de alimentación a UCEP:

$$P_{P1} = \Delta U1 * I_1 * \cos\varphi * 10^{-3} [kw]$$

$$\rightarrow P_{P1} = 2.64 \text{ V} * 33.67 \text{ A} * 0.825 * 10^{-3} = 0.073 \text{ kw}$$

Temperatura en conductor:

$$T_{cd} = T_0 + (T_{m\acute{a}x} - T_0) * \alpha^2$$

$$\rightarrow T_{cd} = 30 + (75 - 30) * 0.34^2 = 35.202 \text{ } ^\circ\text{C} \ll 75 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\alpha = \text{Indice de carga del conductor} = \frac{I_{oper}}{I_n}$$

$$\rightarrow \alpha = \frac{33.67 \text{ A}}{99 \text{ A}} = 0.34$$

Con el mismo procedimiento se calculan los parámetros de los conductores de alimentación a las diferentes cargas del sector de equipos críticos del HRDT

PARÁMETROS DE OPERACIÓN ACTUALES DE CONDUCTORES DE ALIMENTACIÓN A CARGAS CRÍTICAS DEL HRDT - NYY NYSY 80 °C																
Item	Denominación	Potencia instalada	Tensión nominal bornes de carga	Factor de Potencia	Intensidad de Operación	Distancia a Barra 220 V	Sección Transversal	Intensidad Nominal	Resistencia Ohmica	Caída de Tensión		Potencia Perdida		Temperatura de Operación	Temperatura Nominal	Temperatura de Montaje
		Pinst	Un	Cos φl	I	L	S	In Cd	R	ΔU		Pp-conductor		T	Tmax	TO
		kw	V	-	A	m	mm2	A	Ω	V	%	w	kw	°C	°C	°C
1	UCEP	6.11	220	0.825	33.64	45	10	99	0.0788	2.649	1.20%	89.127	0.478	35.20	75	30
2	Emergencia	4.87	220	0.825	26.84	48	10	99	0.0840	2.255	1.02%	60.511	0.182	33.31	75	30
3	Pediatría	4.87	220	0.825	26.84	49.5	10	99	0.0866	2.325	1.06%	62.402	0.187	33.31	75	30
4	Neonatología	26.28	220	0.825	144.77	51.6	25	165	0.0361	5.229	2.38%	757.053	2.271	64.64	75	30
5	Sala de operaciones	14.39	220	0.825	79.28	52.3	10	125	0.0915	7.256	3.30%	575.301	1.726	48.10	75	30
6	UCI	4.00	220	0.825	22.04	50.25	10	99	0.0879	1.938	0.88%	42.711	0.128	32.23	75	30
7	Cirugía de día	5.50	220	0.825	30.30	48.5	10	99	0.0849	2.572	1.17%	77.938	0.234	34.22	75	30
8	Aire acondicionado Primer Piso	40.00	220	0.825	220.39	55.5	50	230	0.0194	4.281	1.95%	943.469	2.830	71.32	75	30
9	Aire acondicionado Segundo Piso	50.65	220	0.825	279.06	55.5	70	285	0.0139	3.872	1.76%	1,080.534	3.242	73.14	75	30
10	Iluminación interna	4.80	220	0.825	26.45	45.6	10	99	0.0798	2.110	0.96%	55.813	0.167	33.21	75	30
11	Iluminación externa	3.24	220	0.825	17.85	45	10	99	0.0788	1.406	0.64%	25.095	0.075	31.46	75	30
12	Estufas electricas	6.00	220	0.825	33.06	48.5	10	99	0.0849	2.806	1.28%	92.753	0.278	35.02	75	30
13	Microondas	13.50	220	0.825	74.38	51.6	10	99	0.0903	6.717	3.05%	499.577	1.499	55.40	75	30
14	hervidores/cafeteras	9.00	220	0.825	49.59	52	10	99	0.0910	4.512	2.05%	223.755	0.671	41.29	75	30
	TOTAL	193.20										13.97				

Tabla 13: Hoja de cálculo Excel con parámetros de operación conductores alimentador a cargas críticas del HRDT. Elaboración propia

Determinación de máxima demanda de EE, con incremento de 20 % a 10 años					
HOSPITAL REGIONAL DOCENTE SECTOR EQUIPOS CRÍTICOS					
It	Denominación	Pn	U M	Incremento de Potencia	Potencia proyectada
1	UCEP	6.11	kw	1.22	7.33
2	Emergencia	4.87	kw	0.97	5.85
3	Pediatría	4.87	kw	0.97	5.85
4	Neonatología	26.28	kw	5.26	31.53
5	Sala de operaciones	14.39	kw	2.88	17.27
6	UCI	4.00	kw	0.80	4.80
7	Cirugía de día	5.50	kw	1.10	6.60
8	Aire acondicionado 1er Piso	40.00	kw	8.00	48.00
9	Aire acondicionado 2do Piso	50.65	kw	10.13	60.78
10	Iluminación interna	4.80	kw	0.96	5.76
11	Iluminación externa	3.24	kw	0.65	3.89
12	Estufas eléctricas	6.00	kw	1.20	7.20
13	Microondas	13.50	kw	2.70	16.20
14	hervidores/caféteras	9.00	kw	1.80	10.80
Total Potencia activa				kw	231.85

Tabla 14: Máxima demanda de Potencia en HRDT, con estimación de incremento en 10 años. Elaboración propia

Dimensionamiento de bancos de condensadores para compensar el factor de potencia

a) En UCEP

Situación actual:

Potencia total absorbida $P_1 = 6.33 \text{ kw}$

Factor de potencia $\cos\varphi_1 = 0.825$

Angulo de desfase tensión corriente: $\varphi_1 = 30.68^\circ$

Potencia total reactiva absorbida:

$$Q_1 = P_1 * \tan \varphi_1 = 6.33 * \tan 30.68 = 3.76 \text{ Kvar}$$

Situación proyectada, con aumento de potencia

Potencia activa absorbida proyectada por cargas de UCEP: 7.33 kw

Factor de potencia proyectado: 0.99 (Para no pagar energía reactiva)

Angulo de desfase tensión corriente, proyectado:

$$\varphi_2 = \arccos(0.99) = 8.11^\circ$$

Potencia reactiva absorbida con compensación del factor de potencia:

$$Q_2 = P_2 * \tan \varphi_2$$

$$\rightarrow Q_2 = 7.33 * \tan 8.11 = 1.044 \text{ Kvar}$$

Potencia del banco de condensadores monofásico para UCEP

$$Q_c = Q_1 - Q_2 = 3.76 - 1.044 = 2.716 \text{ Kvar}$$

Similar se procede para las cargas restantes de equipos críticos

Intensidad total a absorber por UCEP:

$$I_2 = \frac{P_2}{U_n * \cos\varphi}$$

$$I_2 = \frac{7330 \text{ w}}{220 \text{ V} * 0.99} = 33.65 \text{ A}$$

Se determinan los parámetros nuevos de operación del conductor alimentador a UCEP

Caída de tensión proyectada:

$$\Delta U_2 = R_L * I_2 \text{ [V]} \quad R_L = 0.07875 \, \Omega$$

$$\Delta U_2 = 0.07875 \, \Omega * 33.65 = 2.65 \text{ [V]}$$

Caída porcentual de tensión en conductor:

$$\Delta U_2 = \frac{2.65}{220} * 100 = 1.20 \%, \text{ muy aceptable}$$

Pérdida de potencia proyectada en conductor de alimentación a UCEP:

$$P_{P2} = \Delta U_2 * I_2 * 10^{-3} \text{ [kw]}$$

$$\rightarrow P_{P1} = 2.65 \text{ V} * 33.65 \text{ A} * 10^{-3} = 0.089 \text{ kw}$$

Temperatura en conductor:

$$\rightarrow T_{cd} = 30 + (75 - 30) * 0.34^2 = 35.202 \, ^\circ\text{C} \ll 75 \, ^\circ\text{C}$$

$$\alpha = \text{Indice de carga del conductor} = \frac{I_{oper}}{I_n}$$

$$\rightarrow \alpha = \frac{33.65 \text{ A}}{99 \text{ A}} = 0.34$$

PARAMETROS DE OPERACIÓN DE CONDUCTOR A UCEP, ACTUALES

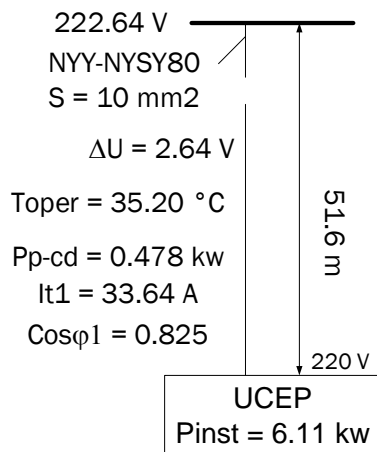


Fig. 22: Parámetros actuales conductor a UCEP. Elab. propia

PARAMETROS DE OPERACIÓN DE CONDUCTOR A UCEP, PROYECTADOS

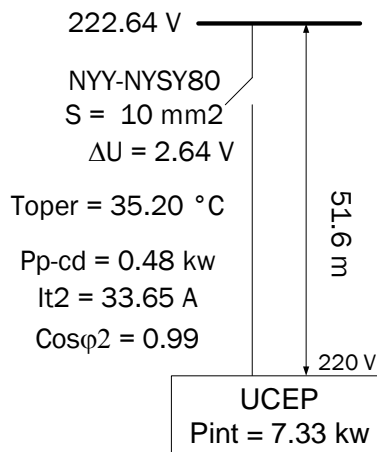


Fig 23: Parámetros proyectados conductor a UCE. Elab. propia

Con el mismo procedimiento se calculan los parámetros proyectados de los conductores de alimentación a cargas del sector de equipos críticos del HRDT

PARÁMETROS DE OPERACIÓN PROYECTADOS DE CONDUCTORES DE ALIMENTACIÓN A CARGAS CRÍTICAS DEL HRDT - NYY																														
NYSY 80 °C																														
Item	Denominación	Potencia instalada	Tensión nominal bornes de carga	Factor de potencia	Intensidad de Operación	Distancia a Barra 220 V	Sección Transversal	Intensidad Nominal	Resistencia Ohmica	Caída de Tensión	Potencia Perdida		Temperatura de Operación	Temperatura Nominal	Temperatura de Montaje															
																	Pinst	Un	Cos ϕ	I	L	S	In Cd	R	DU		Pp-conductor	T	Tmax	T0
																	kw	V	0.99	A	m	mm2	A	W	V	%	w	kw	°C	°C
1	UCEP	7.33	220	0.99	33.64	45	10	99	0.0788	2.649	1.20%	89.13	0.48	35.20	75	30														
2	Emergencia	5.85	220	0.99	22.37	48	10	99	0.0840	1.879	0.85%	42.02	0.13	32.30	75	30														
3	Pediatría	5.85	220	0.99	22.37	49.5	10	99	0.0866	1.937	0.88%	43.33	0.13	32.30	75	30														
4	Neonatología	31.53	220	0.99	120.64	51.6	25	165	0.0361	4.358	1.98%	525.73	1.58	54.06	75	30														
5	Sala de operaciones	17.27	220	0.99	66.07	52.3	10	125	0.0915	6.047	2.75%	399.51	1.20	42.57	75	30														
6	UCI	4.80	220	0.99	18.37	50.25	10	99	0.0879	1.615	0.73%	29.66	0.09	31.55	75	30														
7	Cirugía de día	6.60	220	0.99	25.25	48.5	10	99	0.0849	2.143	0.97%	54.12	0.16	32.93	75	30														
8	Aire acondicionado Primer Piso	48.00	220	0.99	183.65	55.5	50	230	0.0194	3.567	1.62%	655.19	1.97	58.69	75	30														
9	Aire acondicionado Segundo Piso	60.78	220	0.99	232.55	55.5	70	285	0.0139	3.227	1.47%	750.37	2.25	59.96	75	30														
10	Iluminación interna	5.76	220	0.99	22.04	45.6	10	99	0.0798	1.759	0.80%	38.76	0.12	32.23	75	30														
11	Iluminación externa	3.89	220	0.99	14.88	45	10	99	0.0788	1.171	0.53%	17.43	0.05	31.02	75	30														
12	Estufas electricas	7.20	220	0.99	27.55	48.5	10	99	0.0849	2.338	1.06%	64.41	0.19	33.48	75	30														
13	Microondas	16.20	220	0.99	61.98	51.6	10	99	0.0903	5.597	2.54%	346.93	1.04	47.64	75	30														
14	hervidores/cafeteras	10.80	220	0.99	41.32	52	10	99	0.0910	3.760	1.71%	155.39	0.47	37.84	75	30														
	TOTAL	231.85										9.85																		

Tabla 15: Hoja de cálculo Excel con parámetros de operación proyectados, con compensación del factor de potencia en conductores alimentadores a cargas críticas HRDT. Elaboración propia.

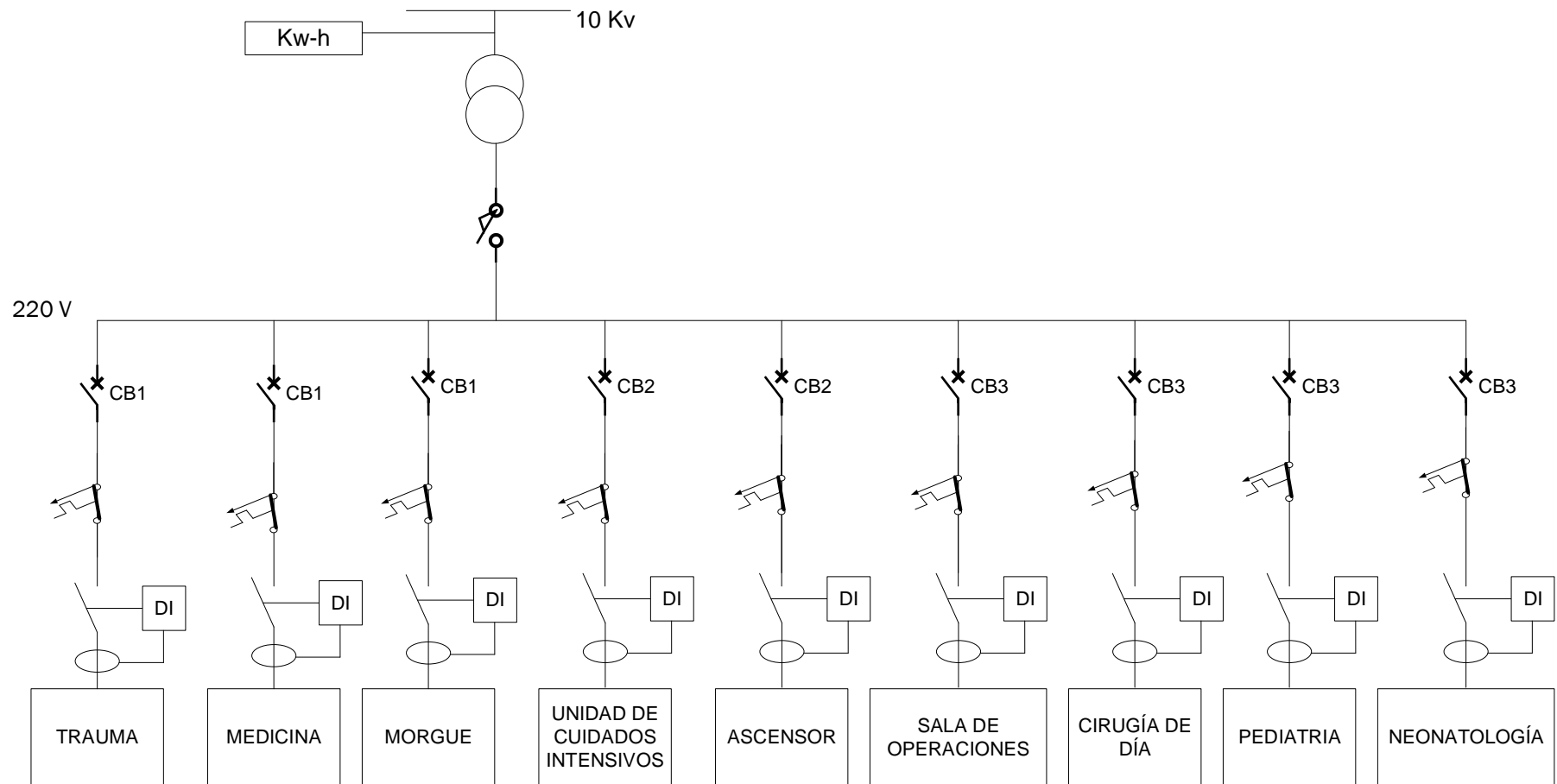


Figura 24. Diagrama unifilar actual equipos críticos HRDT. Elaboración propia

3.2. Análisis de calidad de energía en el SEP del Hospital

3.2.1 En líneas de neutro

Anomalías detectadas:

Sobrecargas de neutro en líneas de:

- Alumbrado
- Ordenadores estacionarios y portátiles
- Equipos médicos

Efecto: circulación de corriente de fuga debida a aparición de tercer armónico, ocasionando pérdidas de energía

Solución recomendada:

Bloqueo o compensación del tercer armónico

Equipos a ser empleados:

- Sistemas de bloqueos
- Filtros activos.

3.2.2. Sobrecargas en consumidores

- Conductores de fase
- Transformador de 400 KVA
- Motores monofásicos de equipos de bombeo y médicos
- Interruptores automáticos termomagnéticos

Efecto: Generación de armónicos de diferentes rangos que ocasionan aumento de intensidad de corriente

Solución recomendada:

Filtrado de armónicos

Equipos a ser empleados:

- Filtro individuales LCL
- Reactancias LR
- Filtros de absorción
- Filtros activos

3.2.3. Disparos de

Interruptores diferenciales

Causa:

Fugas de corrientes de alta frecuencia

Solución recomendada:

Filtrado y protección diferencial

Equipos a ser empleados:

- Reactancias LR
- Interruptores diferenciales inmunizados
- Segregación de circuitos

3.2.4 Líneas de distribución de potencia, en BT

- Salas de atención y operación
- Oficinas administrativas
- Alumbrado interno y externo

Causa:

Distribución desigual de cargas monofásicas

Solución recomendada:

Equilibrado de fases

Equipos a ser empleados:

- Filtro activo
- Equipos multifunción APF

3.2.5. Interferencias en equipos electrónicos

- Ordenadores
- Equipos médicos, electrónicos

Causa:

Altas frecuencias conducidas y radiadas

Solución recomendada:

Filtrado de altas frecuencias conducidas (EMI)

Equipos a ser empleados:

- Filtros EMI tipo EMR, BLC, VEF y VPF
- Reactancias LR

Componente/Elemento	Síntoma	Sí	No	Observaciones
Conductor	Calentamiento de conductores	X		
	Disparo de protecciones	X		
Conductor de neutro	Calentamiento del conductor de neutro	x		
	Degradación del conductor		x	
	Disparo de protecciones	x		
Condensadores	Calentamiento de los condensadores			El HRDT no cuenta con condensadores
	Envejecimiento prematuro de condensadores (pérdida de capacidad)			
	Destrucción de condensadores			
Transformadores	Sobrecalentamiento de los devanados	x		
	Degradación de los devanados			
	Disminución del rendimiento	x		
	Necesidad de sobredimensionar	x		
Motores	Sobrecalentamiento de los devanados	x		
	Degradación de los devanados	x		Se hace rebobinados
	Disminución del rendimiento			
	Vibraciones en el eje	x		
	Desgaste mecánico en rodamientos			
	Excentricidad del eje			
	Sobretensiones que destruyen los devanados			
Grupo electrógeno	Dificultad de sincronización y conmutación del grupo	x		Se hace notoria en la fase de arranque
Equipos de medida y control	Medida incorrecta de magnitudes	x		
	Interferencias en equipos sensibles	x		En equipos médicos

Tabla 16 Identificación previa de síntomas de baja calidad de energía en HRDT

Dimensionamiento de filtro de armónicos

1. Datos iniciales

- Tensión del sistema: 220 V
- Intensidad promedio del sistema eléctrico, $I_{rms} = 657$ A
- Tasa de distorsión armónica en corriente, THD-i: 22.75 (%)
- Potencia promedio reactiva consumida, equipos críticos: 141 KVAR
- 193.2 kw

2. Cálculo de intensidad de corriente armónica, I_H :

Mediante la siguiente fórmula se estima la corriente rms armónica, es decir la componente efectiva relacionada con las frecuencias no fundamentales:

$$I_H[A] = \frac{I_{RMS}}{\sqrt{\frac{1}{THD_i^2} + 1}}$$

$$\rightarrow I_H[A] = \frac{657}{\sqrt{\frac{1}{0.2275^2} + 1}} = 144.22 \text{ A}$$

Donde

I_{RMS} = Corriente total de carga, A

THDi = Tasa de distorsión armónica en corriente, %

I_H : Corriente efectiva armónica

El filtro activo compensa simultáneamente los armónicos y los reactivos mediante inyección dinámica de corriente. La capacidad total de inyección del filtro está dada por la siguiente relación:

$$I_{FILTRO} = \sqrt{I_H^2 + I_R^2}$$

En la cual:

I_{Filtro} : Capacidad requerida del filtro activo

I_H : Corriente efectiva armónica requerida

I_R : Corriente efectiva reactiva requerida

Así, se estima la corriente equivalente necesaria para compensar la potencia reactiva, en Kvar; que absorbe la carga, asumiendo un factor de potencia objetivo unitario:

$$I_R(A) = \frac{Q_{carga}}{\sqrt{3} * U_L}$$

$$\rightarrow I_R(A) = \frac{141000 \text{ VAR}}{\sqrt{3} * 220 \text{ V}} = 370 \text{ A}$$

Finalmente, se calcula la capacidad del filtro requerido:

$$I_{FILTRO} = \sqrt{144.22^2 + 370^2} = 397 \text{ A}$$

Luego, se selecciona el filtro, en función de la intensidad normalizada, con la marca de preferencia.

Tabla 17: Selección del filtro AccuSine® PCS

Corriente nominal (rms)	Máxima potencia reactiva (kVAR)			Referencia	Encerramiento	Dimensiones	Peso
	208 V	400 V	480 V		Clase	Figura #	Lbs (kg)
50	18	34,8	41,8	PCS050D5N126S	NEMA 12	1	661 (300)
				PCS050D5IP306S	IP 30		
100	38	88,2	83,1	PCS100D5N126S	NEMA 12	2	771 (350)
				PCS100D5IP306S	IP 30		
300	108	207,8	249,4	PCS300D5N126S	NEMA 12	3	1212 (550)
				PCS300D5N126S	IP 30		

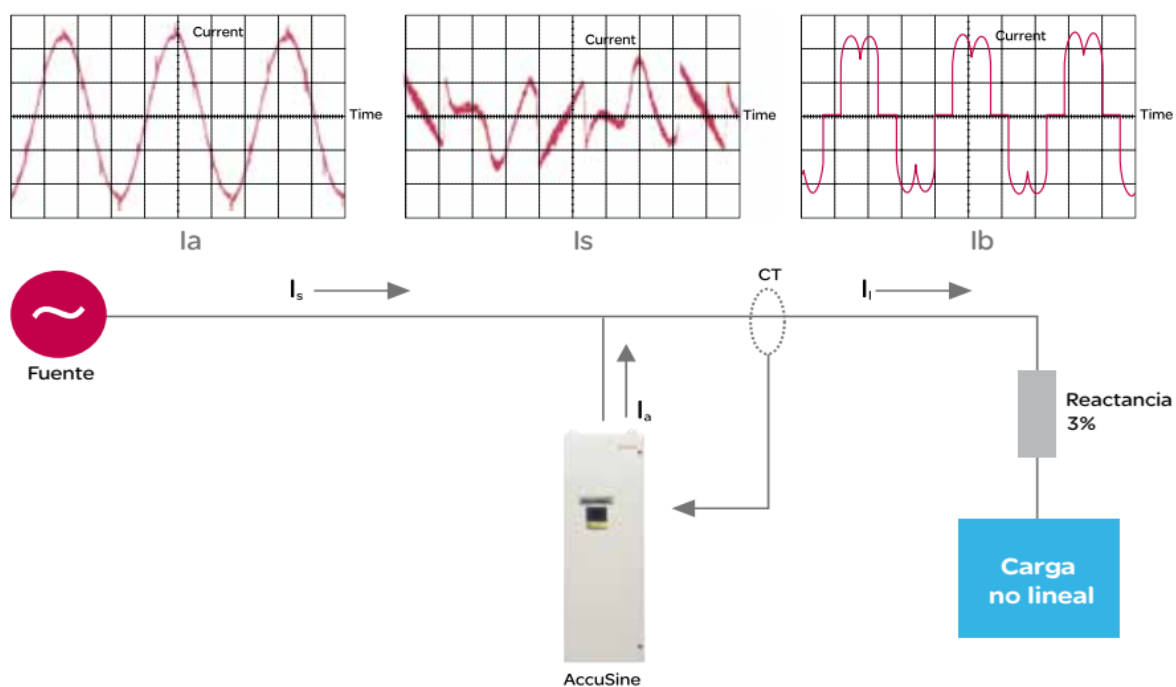
Tabla 18: Selección de transformadores de corriente

Capacidad en Amp	Catálogo No.	Dimensiones		Peso (lb)	Precisión	Capacidad de carga	Corriente secundaria
		A (ID)	D (OD)				
500	CT500SC	4.0	6.5	3.5	2%	3 VA	5 A
1000	CT1000SC	4.0	6.5	3.5	1%	10 VA	5 A
3000	CT3000SC	6.0	8.5	4.25	1%	45 VA	5 A
5000	CTFCL5000	8.0	10.5	5.5	1%	45 VA	5 A

De las tablas anteriores se selecciona dos filtros de 300 A cada uno, Q_{máx} = 108 Kvar, referencia: PCS300D5N126S y un filtro de 100 A, 220 V, Q_{max} = 38 Kvar, referencia: PCS100D5IP306S

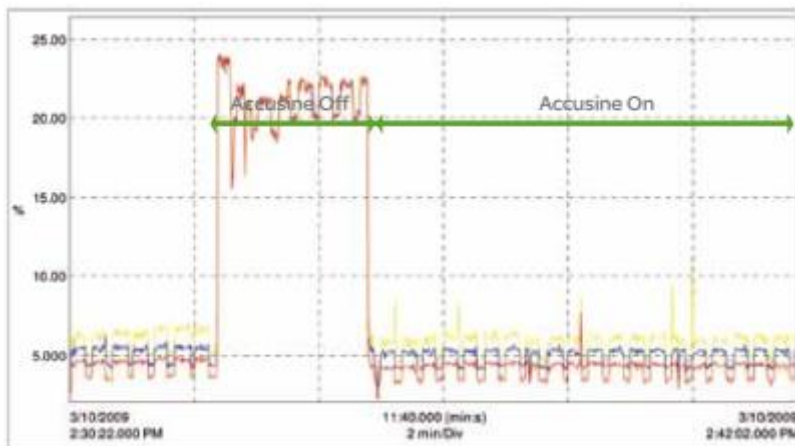
El transformador de corriente es el de 500 A, serie CT500SC, I_{sec} = 5 A

Fuente: Schneider electric

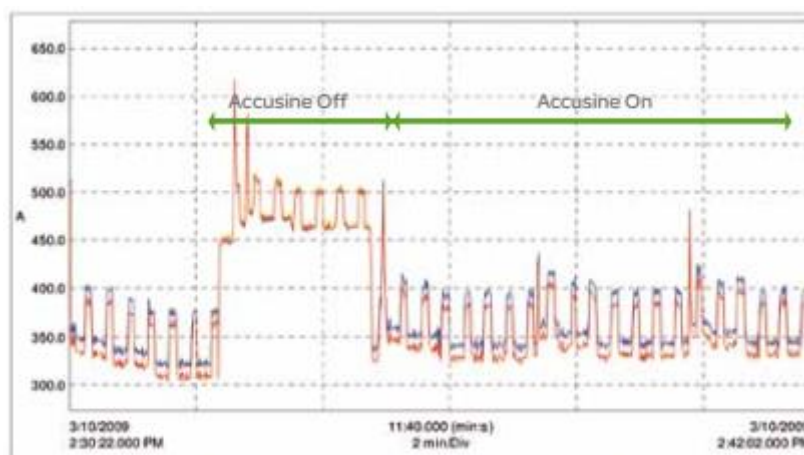


Para tomar en cuenta su rendimiento de los filtros activos, se realizan medidas a todo el sistema, paralizando el funcionamiento y poder visualizar los cambios, como las consecuencias del filtro.

A continuación, se muestran los resultados:



Comportamiento de la distorsión en corriente con y sin filtro en operación.



Comportamiento de la corriente total de carga

- La corriente rms total caerá abruptamente, porque se quita los elementos adicionales que producen armónicos. Por lo tanto, se disminuyen las pérdidas por temperatura en conductores y devanados, las pérdidas en núcleo de transformador, permitiendo grandes ahorros.
- Por lo tanto los sistemas cumplen todos los requisitos de compatibilidad y normas que se aplican sobre contaminación armónica.

Importancia: instalación filtros activos.

Según Schneider electric, en armónicos:

- La tasa de distorsión armónica es igual o < al 5%
- Factor de potencia se mejora al 0.96, en modo normal.
- Intensidad real armónico reducen a 6.25 veces.

Entonces, la intensidad real nueva de armónicos, será:

$$I_{H-con filtro}[A] = \frac{I_{H-sin filtro}}{6.25} = \frac{144.22}{6.25} = 23.075 A$$

La nueva intensidad de línea, rms; sería, para THDi con filtro = 5 %

$$I_{H-con Filtro} * \sqrt{\frac{1}{THD_{CFi}^2} + 1} = I_{RMS-con Filtro}$$

$$\rightarrow 23.075A * \sqrt{\frac{1}{0.05^2} + 1} = 462 A = I_{RMS-con Filtro}$$

Entonces, la nueva potencia activa del sistema, sería:

$$P_{con Filtro}[kw] = \sqrt{3} * U_L(V) * \cos\varphi * I_L(A) * 10^{-3}$$

$$P_{con Filtro}[kw] = \sqrt{3} * 220 V * 0.96 * 462 A * 10^{-3} = 169 kw$$

Reducción de la potencia activa:

$$\Delta P = P_1 - P_2$$

$$\Delta P = 193.2 - 169 = 24.2 kw$$

Potencia reactiva nueva, absorbida:

$$Q_2(Kvar) = P_2 * \tan\varphi_2$$

$$Q_2(Kvar) = 169 * \tan 16.26 = 49.29$$

Reducción de potencia reactiva absorbida, con filtros de armónicos

$$\Delta Q = Q_1 - Q_2$$

$$\Delta Q = 141 - 49.29 = 91.71 Kvar$$

3.3. Dimensionamiento y selección de equipos de compensación del factor de potencia en el sistema

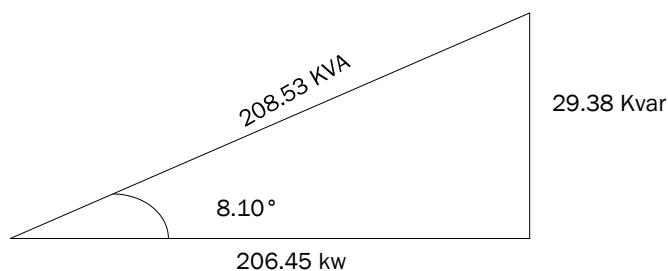
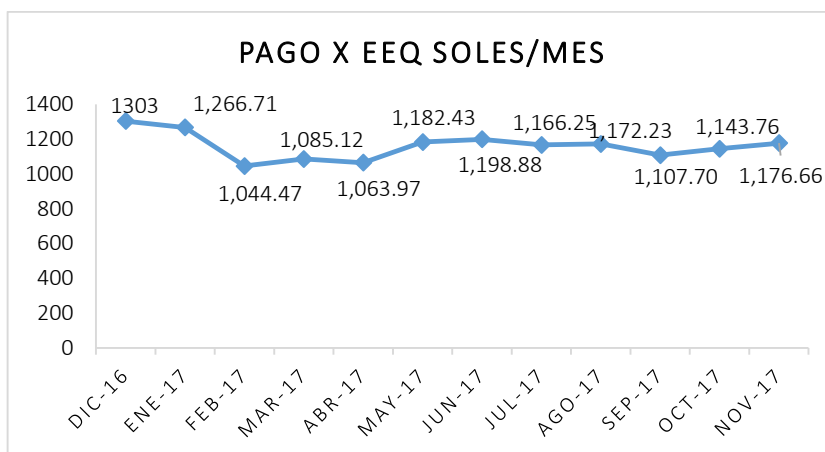


Figura 25. Triángulo de potencias proyectado del sistema eléctrico de HRDT. Elaboración propia

HRDT	
mes y año	Pago x Energía Eléctrica reactiva, EEQ
	soles/mes
Dic-16	1,303
Ene-17	1,266.71
Feb-17	1,044.47
Mar-17	1,085.12
Abr-17	1,063.97
May-17	1,182.43
Jun-17	1,198.88
Jul-17	1,166.25
Ago-17	1,172.23
Set-17	1,107.70
Oct-17	1,143.76
Nov-17	1,176.66

Tabla 19: Pago promedio por consumo de energía reactiva, en HRDT: 1159.25 soles/mes



Dimensionar banco de condensadores trifásico

(Factor de potencia proyectado: 0.99)

Angulo de desfase tensión corriente proyectado: $\text{Arcos}0.99 = 10.38^\circ$

Potencia reactiva inductiva absorbida, proyectada, Q_2 :

$$Q_2 = P \cdot \tan \varphi_2 = 206.45 \cdot \tan 10.38 = 37.82 \text{ Kvar}$$

$$\text{Potencia total del banco de condensadores, } Q_c = Q_1 - Q_2 = 144.103 - 37.82 = 106.283 \text{ Kvar}$$

BANCOS DE CONDENSADORES PARA COMPENSAR EL FACTOR DE POTENCIA EN EQUIPOS CRÍTICOS DEL HRDT													
Item	Denominación	Potencia instalada	Tensión nominal bornes de carga	Factor de Potencia inicial, sin compensación	Intensidad de Operación inicial, sin compensación	Angulo de desfase inicial, sin compensación	Potencia reactiva inicial absorbida de Red	Factor de Potencia final, con compensación	Intensidad de Operación inicial, sin compensación	Angulo de desfase final, con compensación	Potencia reactiva final absorbida de Red, con compensación	Potencia del banco de condensadores	Reducción de I por compensar el Cos φ
		Pinst	Un	Cos φ_1	I1	φ_1	Q1	Cos φ_2	I2	φ_2	Q1	Qc	ΔI
		kw	V	-	A	°	Kvar	-	A	°	Kvar	Kvar	A %
1	UCEP	6.11	220	0.825	33.64	34.41	4.18	0.99	28	8.11	0.87	3.31	5.61 16.67
2	Emergencia	4.87	220	0.825	26.84	34.41	3.34	0.99	22.4	8.11	0.69	2.64	4.47 16.67
3	Pediatría	4.87	220	0.825	26.84	34.41	3.34	0.99	22.4	8.11	0.69	2.64	4.47 16.67
4	Neonatología	26.28	220	0.825	144.77	34.41	18.00	0.99	121	8.11	3.74	14.26	24.13 16.67
5	Sala de operaciones	14.39	220	0.825	79.28	34.41	9.86	0.99	66.1	8.11	2.05	7.81	13.21 16.67
6	UCI	4.00	220	0.825	22.04	34.41	2.74	0.99	18.4	8.11	0.57	2.17	3.67 16.67
7	Cirugía de día	5.50	220	0.825	30.30	34.41	3.77	0.99	25.3	8.11	0.78	2.98	5.05 16.67
8	Aire acondicionado Primer Piso	40.00	220	0.825	127.24	34.41	27.40	0.99	106	8.11	5.70	21.70	21.21 16.67
9	Aire acondicionado Segundo Piso	50.65	220	0.825	161.12	34.41	34.70	0.99	134	8.11	7.22	27.48	26.85 16.67
10	Iluminación interna	4.80	220	0.825	26.45	34.41	3.29	0.99	22	8.11	0.68	2.60	4.41 16.67
11	Iluminación externa	3.24	220	0.825	17.85	34.41	2.22	0.99	14.9	8.11	0.46	1.76	2.98 16.67
12	Estufas electricas	6.00	220	0.825	33.06	34.41	4.11	0.99	27.5	8.11	0.85	3.26	5.51 16.67
13	Microondas	13.50	220	0.825	74.38	34.41	9.25	0.99	62	8.11	1.92	7.32	12.40 16.67
14	hervidores/cafeteras	9.00	220	0.825	49.59	34.41	6.17	0.99	41.3	8.11	1.28	4.88	8.26 16.67

Tabla 20: Bancos de condensadores para equipos críticos. Elaboración propia

3.4. Análisis del sistema de protección eléctrica en Baja Tensión

Actualmente, los interruptores diferenciales de las diferentes cargas de los tableros de distribución de equipos críticos han sido puestos fuera de servicio, debido a la interrupción del funcionamiento de los equipos por que los interruptores abrían, pues aumenta el amperaje por la mala calidad de energía, la THD de intensidad es de 22.5 %.

Se ha detectado que los pozos a tierra están en mal estado, por falta de mantenimiento, por seguridad para los equipos críticos se dimensiona un pozo nuevo a tierra, para las masas de las cargas, es decir de los equipos críticos

También se opta por renovar los interruptores automáticos de cada tablero, debido a su tiempo de trabajo, superior a los 10 años, y porque no han sido seleccionados con cálculos de ingeniería. Para aumentar la seguridad operacional se dimensiona y selecciona interruptores automáticos de caja moldeada.

3.4.1. Cálculo y selección de interruptor trifásico Termomagnético automático con caja moldeada en carga de 22.5 kW.

$$P = 22.5 \text{ kW}$$

$$V = 220 \text{ V}$$

$$\text{Fases} = 3 \sim$$

$$\cos \varphi = 0.86$$

$$P = \sqrt{3} * V * I * \cos \varphi$$

$$22500 = \sqrt{3} * 220 * I * 0.86$$

$$I = \frac{22500}{\sqrt{3} * 220 * 0.86} = 68.66 \text{ A}$$

Corriente de diseño para la selección de componentes:

$$I_d = I * 1.25 = 68.66 * 1.25 = 85.82 \text{ A}$$

3.4.2. Cálculo y selección de interruptor trifásico Termomagnético automático con caja moldeada en carga de 60.55 kW.

$$P = 60.55 \text{ kW}$$

$$V = 220 \text{ V}$$

$$\text{Fases} = 3 \sim$$

$$\cos \varphi = 0.86$$

$$P = \sqrt{3} * V * I * \cos \varphi \rightarrow 60550 = \sqrt{3} * 220 * I * 0.86$$

$$I = \frac{60550}{\sqrt{3} * 220 * 0.86} = 184.77 \text{ A}$$

Corriente de diseño para selección de componentes: $I_d = I * 1.25 = 184.77 * 1.25 = 230 \text{ A}$



Selección de Interruptores trifásicos automáticos de caja moldeada HOSPITAL REGIONAL DOCENTE SECTOR EQUIPOS CRÍTICOS										
It	Denominación	Pn	L	Un	Cos j	I _{max}	Interruptor Automático caja moldeada			
		kw	m	V	-	A	I _{operación} , A	U _{aislamiento} , Kv	U _{operación} , V	I _{corte} , A
1	Aire acondicionado Segundo Piso	60.55	95	220	0.86	184.78	250	6	250	25 kA Icu at 220...240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
2	Aire acondicionado Tercer Piso	40.45	115	220	0.86	123.44	250	6	250	25 kA Icu at 220...240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
3	Pediatría	22.5	67	220	0.86	68.66	100	6	250	25 kA Icu at 220...240 V AC 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2
4	Neonatología	22.5	75	220	0.86	68.66	100	6	250	25 kA Icu at 220...240 V AC 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2
5	Sala de operaciones	22.5	85	220	0.86	68.66	100	6	250	25 kA Icu at 220...240 V AC 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2
6	UCI	20	87	220	0.86	61.03	100	6	250	25 kA Icu at 220...240 V AC 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2
7	Cirugía de día	20	95	220	0.86	61.03	100	6	250	25 kA Icu at 220...240 V AC 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2
8	Emergencia	27.5	115	220	0.86	83.92	100	6	250	25 kA Icu at 220...240 V AC 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2

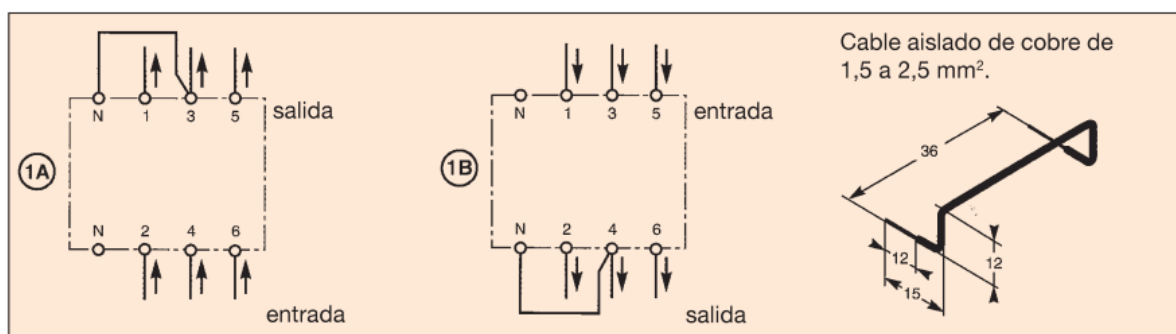
Tabla 21: Interruptores trifásicos automáticos de caja moldeada para tableros de distribución de equipos críticos en HRDT

3.4.3. Protección eléctrica en Baja tensión

Utilización de Interruptor diferencial en redes trifásicas sin neutro

Para el correcto funcionamiento de los interruptores estándar diferenciales en todos sus aspectos, cuando se utilizan en redes trifásicas sin neutro deben tenerse en cuenta el conexionado siguiente:

Caso: red sin neutro con 220 V a 240 V CA entre fases



Si no se siguen exactamente este conexionado se tendrá inactivo el botón de test, que es una parte fundamental para asegurar el correcto funcionamiento del interruptor diferencial.

El botón de test del interruptor diferencial debe pulsarse al menos una vez al mes, para asegurar un correcto funcionamiento del aparato cuando tenga que disparar ante una corriente de fuga real.

Por norma UNE – EN 61008 es obligatorio que funcione el botón de test.

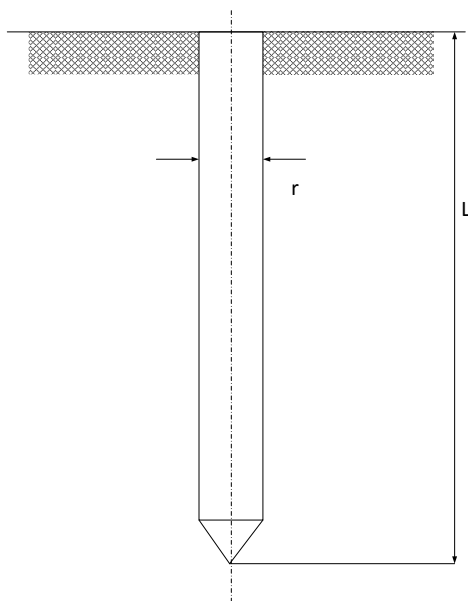
3.4.4. Cálculo de puesta a tierra en BT, para masas de equipos críticos:

Datos: $R \leq 20 \Omega$

Diámetro del electrodo: 20 mm → radio del electrodo, $r = 0.010 \text{ m}$

Longitud del electrodo: 2.5 m

Resistividad del suelo: $60 \Omega\text{-m}$



Resistencia a tierra:

$$R = \frac{\rho_e}{2\pi * L} * \ln \frac{2 * L}{a}$$

$$R = \frac{60}{2\pi * 2.5} * \ln \frac{2 * 2.5}{0.010} = 23.74 \Omega$$

Nota: se deberá aplicar una dosis de Thor Gel hasta obtener la resistencia adecuada, en base a reducir la resistividad del terreno

Se aplicará una dosis de tierra fértil en la parte inferior del electrodo.

3.5. Análisis económico de la mejora de calidad, seguridad y eficiencia del consumo de energía

3.5.1. Inversiones necesarias

Inversiones en activos, MO, Obras civiles y accesorios eléctricos para mejorar eficiencia, calidad de energía y seguridad eléctrica en HRDT					
Item	Denominación	Cantidad	U. M.	Costo unit.	Sub Total
				Soles/UM	Soles
1	Banco de condensadores trifásico	75	Kvar	75	S/5,625
2	Tableros de distribución, electrostáticos, 50x65x 40 cm	9	Piezas	215	S/1,935
3	Conductor eléctrico trifásico NYY NSY 80, 25 mm ²	100	m	38.75	S/3,875
4	Interruptor termomagnético de caja moldeada, 375 A	9	Piezas	750	S/6,750
5	Contactores electromagnéticos trifásicos, 750 A	6	Piezas	625	S/3,750
6	Conductor eléctrico trifásico THW, 35 mm ²	200	m	18.5	S/3,700
7	Analizador de redes trifásico	1	Pieza	4400	S/4,400
8	Mano de Obra instalación equipos y accesorios eléctricos	1	Glb	8000	S/8,000
9	Capacitación del personal en circuitos y planos eléctricos	1	Glb	3500	S/3,500
10	Preparación de planos nuevos unifilares, en Auto Cad	1	Glb	1200	S/1,200
11	Obras civiles instalación cables	1	Glb	15000	S/15,000
12	Filtro activo Accusine 300 A	2	Piezas	20160	S/40,320
13	Filtro activo Accusine 100 A	1	Pieza	9120	S/9,120
14	Transformador de corriente 500/5 A	1	Pieza	7920	S/7,920
16	Cambio de pozos a tierra	4	Piezas	3500	14000
			Total		S/129,095

Tabla 22: Inversiones en activos, MO, Obras civiles y accesorios eléctricos para mejorar eficiencia, calidad de energía y seguridad eléctrica en HRDT. Elaboración propia

Beneficios económicos:

Por reducción de energía reactiva:

$$24.5 \text{ kw} * 8300 \text{ h/año} * 0.23 \text{ soles/kw-h} = 46770.5 \text{ soles/año}$$

Por eliminación del pago de energía reactiva: $1100 \text{ soles/mes} * 12 \text{ meses/año} = 13200 \text{ soles/mes}$

Por reducción de costos de reparaciones de equipos críticos: 35000 soles/mes

Total beneficios por mejoras eléctricas en HRDT: 94970.5 soles/año

3.5.2. Inversiones y financiamiento bancario

Inversión y financiamiento bancario		
Descripción		Monto (S/.)
Equipos		129,095.00
Otros		-
TOTAL DE COSTOS ESTIMADOS		129,095.00
TOTAL DE INVERSIÓN DEL PROYECTO		S/. 129,095.00
FINANCIAMIENTO		
Descripción		Monto (S/.)
Aporte propio, % Inversión total	15%	S/. 19,364.25
Financiamiento		S/. 109,730.75
Total inversión		S/. 129,095.00
Condiciones del Financiamiento		
Descripción		Monto (S/.)
Préstamo		S/. 109,730.75
Tasa efectiva anual		10.00%
Tasa efectiva mensual		0.80%
Plazo, meses		18
cuota mensual, Soles/mes		S/. 6,568.35

Tabla 23: Inversión y términos de financiamiento bancario.

Elaboración propia.

Plan de Pagos mensuales					
Mes	Préstamo	Interés	Amortización	Cuota	Saldo
1	109,730.75	875.01	5,693	6,568	104,037.41
2	104,037.41	829.61	5,739	6,568	98,298.66
3	98,298.66	783.85	5,785	6,568	92,514.16
4	92,514.16	737.72	5,831	6,568	86,683.53
5	86,683.53	691.23	5,877	6,568	80,806.40
6	80,806.40	644.36	5,924	6,568	74,882.41
7	74,882.41	597.12	5,971	6,568	68,911.18
8	68,911.18	549.51	6,019	6,568	62,892.34
9	62,892.34	501.51	6,067	6,568	56,825.50
10	56,825.50	453.13	6,115	6,568	50,710.28
11	50,710.28	404.37	6,164	6,568	44,546.30
12	44,546.30	355.22	6,213	6,568	38,333.17
13	38,333.17	305.67	6,263	6,568	32,070.49
14	32,070.49	255.73	6,313	6,568	25,757.88
15	25,757.88	205.40	6,363	6,568	19,394.92
16	19,394.92	154.66	6,414	6,568	12,981.23
17	12,981.23	103.51	6,465	6,568	6,516.39
18	6,516.39	51.96	6,516	6,568	0.00

Tabla 24: Plan de pagos mensuales del préstamo bancario.

Elaboración propia

3.6. Análisis financiero de la mejora, determinando los indicadores financieros que permitan realizar la inversión en la mejora de la calidad de energía

Flujo de Caja Financiero											
	Año										
Pago Servicio de deuda	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Préstamo	-109731										
ínteres		8500									
Amortización, S./año		109731									
Costo Operación, S./año		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total egresos, S./año		118230	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficio anual		94,971	94,971	94,971	94,971	94,971	94,971	94,971	94,971	94,971	94,971
FLUJO DE CAJA FINANCIERO											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-109,730.75	-23,259	94,971	94,971	94,971	94,971	94,971	94,971	94,971	94,971	94,971
		-23,259	71,712	166,683	261,654	356,625	451,596	546,567	641,538	736,509	831,480

Tabla 25: Flujo de caja inversión en mejora calidad de energía del HRDT

COK	10%	
VAN	366,343	
TIR	49%	
Número de años	10	Años

PRI (Años)	1.24	Años
PRI: Periodo de Retorno de la Inversión		
$PRI (Años) = (VA(I_0) / (VA(B_n) / N))$		

Tabla 26: Indicadores financieros de la inversión en mejora de calidad de energía en HRDT.

Elaboración propia

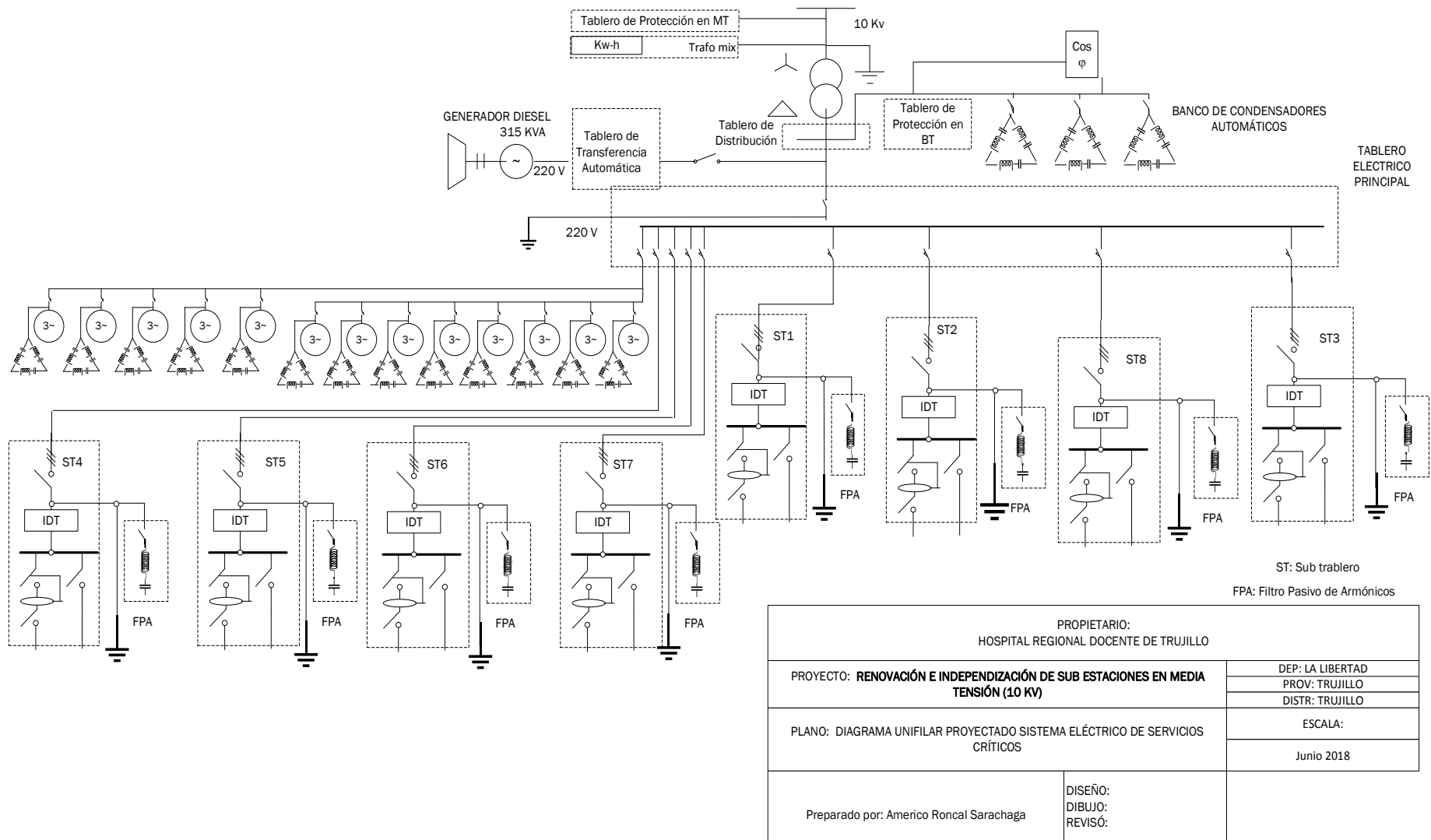


Figura 26. Diagrama unifilar proyectado para equipos crítico del HRDT.
Elaboración propia

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN

IV. DISCUSIÓN

1.- En relación a la tesis: 'Análisis de carga del hospital San Vicente de paúl de la ciudad de Ibarra y propuesta para el cumplimiento de la calidad de energía según regulación no. Conelec 004/01', de los **autores:**

- Aguirre Alarcón Luis Felipe
- Herrera Churta Germán Edmundo

Después de realizado el estudio y análisis de carga del Hospital San Vicente de Paúl se ha llegado a las siguientes conclusiones.

1. El valor promedio del factor de potencia en el transformador de 800 kVA es de 0,89 la máxima potencia aparente es de 140 kVA, lo que quiere decir que utiliza solamente el 17,5 % de su capacidad.

En la presente tesis, Roncal Sarachaga determina que el factor de potencia promedio del sistema eléctrico del HRDT es de 0.825, para un transformador de 400 KVA, siendo la potencia activa 193.2 kw, la aparente es de 234.18 KVA, utiliza un 58.54 % de su capacidad, mejor que en la referencia.

2. No existe un ingeniero eléctrico quien esté a cargo del mantenimiento eléctrico del hospital y además no existe coordinación en el encendido de motores lo que hace que incremente de la demanda.

En la presente tesis, Roncal Sarachaga determina que tampoco se cuenta con un ingeniero electricista o mecánico eléctrico en el Hospital, pero sí existe una aceptable coordinación en el encendido de motores, controlando la demanda de energía.

2.- En la tesis 'PROPUESTA DE MEJORA, EVALUACIÓN DE EQUIPOS Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE ENERGÍA EN UNAERC, SALAS A, B Y C DE HEMODIÁLISIS', de **Manuel Adrian Jimenez Salacán, concluye:**

1. UNAERC es una institución dedicada a la atención y cuidados de pacientes con insuficiencia renales crónica, por lo tanto, es indispensable tener una red de energía eléctrica en óptimas condiciones, se hace necesaria la remodelación de algunos

alimentadores y tableros, siendo estos afectados por el tiempo de estar instalados, el crecimiento y el poco mantenimiento que se les da.

En el presente estudio, Roncal Sarachaga también concluye que es necesario renovar equipos, accesorios y los conductores principales de alimentación. También concluye que es necesario realizar la independización de los equipos críticos, debiendo contar con su propia sub estación eléctrica y con un buen plan de mantenimiento eléctrico.

2. La fase de levantamiento permitió al Departamento de Operaciones y Mantenimiento, tener una base de datos actualizada, ubicando las cargas y unidades ancladas a los diferentes tableros del proceso de hemodiálisis.

En el presente estudio, de Roncal Sarachaga; se indica que en el trabajo de campo se ha podido actualizar datos de capacidad, operación que permiten determinar rendimientos, además de poder preparar y contar con diagramas actualizados unifilares que permiten ubicar y conocer las características de las cargas.

3. En la actualidad los tableros de distribución TD 4 y TD 8 de las salas de hemodiálisis se encuentran en óptimas condiciones y los calibres de alimentación dimensionados en forma correcta y bajo las normas específicas.

Roncal Sarachaga también encuentra que los cables de alimentación a los tableros de distribución tienen una buena capacidad, pero son antiguos, más de 15 años y se deberán renovar, en base a un adecuado dimensionamiento y selección

4. La instalación eléctrica lumínica se encuentra en buenas condiciones, en los tableros de distribución TD 4 y TD 8 se deben independizar los circuitos de iluminación, porque existe equipo médico y especial en dichos tableros.

Roncal Sarachaga, autor del presente estudio; señala que la instalación eléctrica de iluminación del HRDT, está en buenas condiciones, son fluorescentes T8, de 36 w cada uno, 2500 lumen/pieza, 220 V, la mayoría de ellos son nuevos, recientemente renovados, pero que lamentablemente, tienen un bajo factor de potencia, de solamente 0.86. se propondrá el cambio

gradual a fluorescentes LED, pues aparte de brindar mayor luz, tienen un factor de potencia elevado: 0.985, lo que aumenta la eficiencia del sistema eléctrico.

4. El estudio y análisis de parámetros eléctricos, demostraron, que los niveles de voltaje se encuentran en los valores regulados dentro de las normas NTDS.

En el presente estudio se demuestra que los niveles de voltaje no se encuentran en los niveles normados, la THD de voltaje es mayor al 5% que indica la norma, mientras que la THD de intensidad es 22.5% mayor que la admisible, 15%

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

V. CONCLUSIÓN

5.1. Se realizó un balance de potencia y energía del sistema eléctrico de potencia del hospital regional docente, determinando:

Potencia activa promedio: 193.2 kw

Potencia reactiva promedio: 141 Kvar

Factor de potencia promedio: 0.825

Eficiencia: 83 %

Costos: importantes:

Reparaciones de equipos médicos que superan los 30000 soles por vez, se paga energía reactiva por encima de los 1000 soles mensuales y energía activa por encima de los 30000 soles mensuales

Seguridad operacional muy baja: dispositivos de protección como interruptores diferenciales, Fugas a tierra en conductores activos, no existen conductores de neutro, pues se tiene tensión de 220 V en triángulo

5.2. Determinar la calidad de energía en el SEP del Hospital.

La calidad de energía es un poco baja, las tasas de distorsión armónica en las ondas eléctricas sobrepasan los niveles normados:

Tasa de distorsión armónica en tensión, THD-V: 7 a 7.5 %, HTHn = 5%

Tasa de distorsión armónica en intensidad, THD-I: 22.5%, THD-In = 15%

5.3. Dimensionar y seleccionar equipos de compensación del factor de potencia en el sistema.

Se dimensionó los bancos de condensadores para compensar el factor de potencia. Para los motores de los equipos de aire acondicionado se tendrá compensación individual:

BANCOS DE CONDENSADORES PARA MOTORES DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO EN HRDT														
	Marca	Pn kw	Cos j1 -	Un V	I1 A	Q1 Kvar	Cos j2 -	Q2 Kvar	Qc Kvar	Qcf Kvar	f Hz	Cf F	I2 A	Δ A
1	Lennox	8	0.86	220	24.41	6.4	0.98	1.12	5.28	1.76	60	9.65E-05	21.42	2.99
2	York	6.7	0.86	220	20.45	5.36	0.98	0.94	4.42	1.47	60	8.08E-05	17.94	2.50
3	York	3.6	0.86	220	10.99	2.88	0.98	0.50	2.38	0.79	60	4.34E-05	9.64	1.35
4	York	5.9	0.86	220	18.00	4.72	0.98	0.83	3.89	1.30	60	7.11E-05	15.80	2.20
5	York	5.9	0.86	220	18.00	4.72	0.98	0.83	3.89	1.30	60	7.11E-05	15.80	2.20
6	York	6.7	0.86	220	20.45	5.36	0.98	0.94	4.42	1.47	60	8.08E-05	17.94	2.50
7	York	6.7	0.86	220	20.45	5.36	0.98	0.94	4.42	1.47	60	8.08E-05	17.94	2.50
8	York	6.7	0.86	220	20.45	5.36	0.98	0.94	4.42	1.47	60	8.08E-05	17.94	2.50
9	York	8.85	0.86	220	27.01	7.08	0.98	1.24	5.84	1.95	60	1.07E-04	23.70	3.31
10	York	6.7	0.86	220	20.45	5.36	0.98	0.94	4.42	1.47	60	8.08E-05	17.94	2.50
11	York	6.7	0.86	220	20.45	5.36	0.98	0.94	4.42	1.47	60	8.08E-05	17.94	2.50
12	York	9.1	0.86	220	27.77	7.28	0.98	1.27	6.01	2.00	60	1.10E-04	24.37	3.40
13	York	9.1	0.86	220	27.77	7.28	0.98	1.27	6.01	2.00	60	1.10E-04	24.37	3.40
Totales		90.65			276.63				59.83	19.94			242.76	33.87

Tabla 27: Resumen condensadores para compensar el factor de potencia

Para el resto de los equipos se tendrá compensación centralizada, automática; hasta lograr obtener un valor del factor de potencia de 0.99, con el claro objetivo de no pagar energía reactiva y obtener mayor seguridad operacional, tres bancos de condensadores de 15 Kvar cada uno

5.4. Realizar un análisis del sistema de protección eléctrica del hospital regional docente.

Luego de instalar los filtros activos para reducir los armónicos y por ende, la intensidad de corriente en equipos y conductores, se podrá reponer en servicio los 9 interruptores diferenciales, calibrados

También se renovarán tres pozos a tierra, con jabalinas de cobre, de 2.2. m de longitud, diámetro de 20 mm y resistencia de 20 Ω

5.5. Realizar un análisis económico de la mejora de calidad, seguridad y eficiencia del consumo de energía, determinando las inversiones, beneficios, costos de mantenimiento y de operación.

Las inversiones en equipos, mano de obra y accesorios alcanzan el valor de 129,000 soles, los beneficios serían de: 94971 soles/año, que incluyen la reducción de pérdidas en conductores y equipos, por reducción del amperaje de distorsión armónica, la eliminación del pago de energía reactiva, por aumento del factor de potencia desde 0.825 hasta 0.99 y la reducción del pago por reparaciones de equipos médicos, debido a fallas por aumento del amperaje.

5.6. Realizar un análisis financiero de la mejora, determinando los indicadores financieros que permitan realizar la inversión en la mejora de la calidad de energía

En análisis financiero arroja los siguientes valores:

Tasa de interés: 10 % anual

Período de evaluación: 10 años

Valor actual neto de la inversión, VAN: 366,343 soles

Tasa interna de retorno, TIR: 40 %

Período de recuperación de la inversión, PRI: 1.24 años

Resulta una inversión atractiva puesto que, además de aumentar la eficiencia, calidad y seguridad operacional, es económica en el corto plazo.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

VI. RECOMENDACIONES

Actualizar los valores de la inversión y llevar el presente estudio a nivel de proyecto de ejecución y establecer un plan para su implementación en un tiempo razonable.

Analizar la factibilidad técnica y económica de invertir en instalar una sub estación eléctrica, de 315 KVA; para los equipos críticos del HRDT, para obtener total autonomía y mayor seguridad y control.

Capacitar al personal electricista en lectura de planos y manejo de instrumentos especializados eléctricos

Instalar instrumentos de medida de distorsión armónica, para tener data actualizada

Preparar y actualizar los diagramas unifilares, que estén claros y disponibles para todo el personal de operación y mantenimiento eléctrico

Aplicar mejor mantenimiento al sistema eléctrico, debe ser del tipo preventivo, asistido por técnicas predictivas, sobre todo con analizadores de distribución de calor y temperatura en equipos y cables eléctricos.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS

VII. REFERENCIAS

Cronología La historia de Luz y Fuerza del Centro, El Universal, México, 2009, pag. 15.

Dugan, R; Mc Granaghan, M; Surya, H.; Wayne, B. (1996) *Electrical Power Systems Quality*. Estados Unidos. Ed. Mc Graw -Hill.

Dugan; Surya, 2° edition (2002). *Electric Power Quality Systems*, McGraw Hill.

Enriquez, G. (2006). *La calidad de la energía en los sistemas eléctricos*, México, Limusa.

Especificación CFE L0000-45 Desviaciones permisibles en las formas de onda de tensión y corriente en el suministro y consumo de energía eléctrica, Comisión Federal de Electricidad, (México, 2005, 21 p.p.)

IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems (IEEE Std. 519-1992). Institute of Electrical and Electronics Engineers. ISBN 1-55937-239-7. (Estados Unidos, 1993).

IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plant (IEEE Std.141-1994). ISBN 1-55937-333-4. (New York, USA, 1994).

IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality (IEEE Std. 1159-1995). Institute of Electrical and Electronics Engineers. ISBN 1-55937-549-3. (Estados Unidos, 1995).

IEEE Std. 1100-1999 Recommended Practique for Powering and Grounding Sensitive Electronic Equipment, 253 p.p.

IEEE Std. 1159-1995 Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality, 76 p.p.

IEEE Std. 519-1992 Recommended Practices and Requeriments for Harmonic Control in Electrical Power Systems, 101 p.p.

Madrigal, M. (2002). *Calidad de la energía y análisis armónico en sistemas eléctricos*.

Nema Standards Publication ANSI/NEMA MG 1-2003, "Motors and Generators". National Electrical Manufacturers Association. (Estados Unidos, 2004).

Pacheco, J. y Lopez, J.(2009). *Análisis de la calidad de la energía en la Facultad de Ingeniería, México*.

Rashid, M. 3° edición (2009). *Electrónica de potencia*. Guatemala. Pearson.

UNE-EN 50160 (2001). *Característica de la tensión suministrada por las redes generales de distribución*. España, Ed. AENOR.

Guerra de las corrientes.

www.epec.com.ar/PaginaOficial2/docs/.../fichaguerra_ctes.pdf. Fecha de consulta 10 de mayo de 2018.

Historia de la electricidad.

http://www.geocities.com/alaro2001/espanyol/historia_cast.html. Fecha de consulta 18 mayo de 2018.

Disturbios eléctricos. <http://www.educadis.uson.mx/peon/Ingenieria-tecnologia/ITdocumentos%20de%20Interes/Origen-Des-Tec-Electro-Rpe%F3n.html>
Fecha de consulta 22 de mayo de 2018.

Indicadores L y FC. <http://www.sener.gob.mx/webSener/portal/index.jsp?id=304>
Fecha de consulta 15 de mayo de 2018

ANEXOS

ANEXO 1

Ficha técnica de interruptor automático de 100 A

EZC100F3025 (disyuntor EasyPact EZC100F – TMD-25 A – 3 polos 3d) (Schneider Electric)



Principal

Rango	EasyPact
Gama de producto	EasyPact
Nombre de producto	EZC EasyPact
Tipo de producto o componente	Interruptor de circuito
Nombre corto del dispositivo	EasyPact EZC100F
Nombre de disyuntor	EasyPact EZC100F
Aplicación de dispositivos	Distribución
Descripción de postes	3P
Descripción de polos protegidos	3T
Tipo de red	AC DC
Frecuencia de la red	50/60 Hz
[En] corriente nominal	100 A (40 ° C)
[Ui] voltaje de aislamiento clasificado	690 V CA 50/60Hz conforme a IEC 60947-2
[Uimp] nominal impulso voltaje de withstand	6 kV según IEC 60947-2
[Ue] Voltaje operacional clasificado	250 C.C. de V conforme a IEC 60947-2 550 V AC 50/60Hz conforme a IEC 60947-2
Rompiendo capacidad código	F
Rompe la capacidad	25 kA UCI en 220... 240 V CA 50/60Hz conforme a IEC 60947-2
[Ics] nominal poder de corte de servicio	ICS 12.5 kA 220/230/240 V CA 50/60 Hz según IEC 60947-2
Idoneidad para el aislamiento	Si conforme a IEC 60947-2
Categoría de utilización	Categoría A
Nombre de la unidad de viaje	TM-D
Tecnología de unidad de viaje	Magnetotérmico
Valorar la unidad de disparo	25 A (50 ° C)
Tipo de protección	Protección de sobrecarga Protección del cortocircuito
Grado de contaminación	3 conforme a la IEC 60664-1 3 conforme a IEC 947-1

Ficha técnica de interruptor automático de 250 A

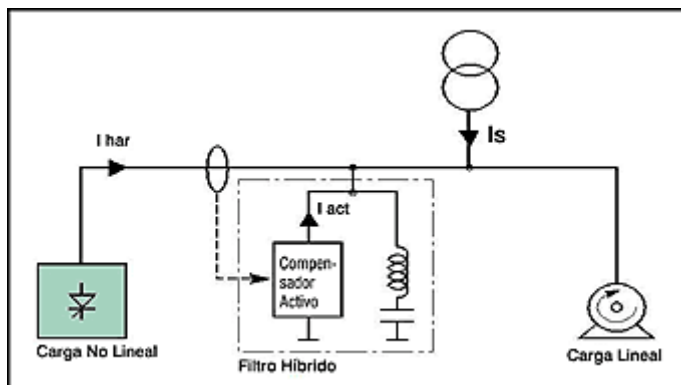
EZC250F3160 (disyuntor Easypact EZC250F - TMD - 160 A - 3 polos 3d) (Schneider Electric)



Principal

Rango	EasyPact
Gama de producto	EasyPact
Nombre de producto	EZC EasyPact
Tipo de producto o componente	Interruptor de circuito
Nombre corto del dispositivo	Easypact EZC250F
Nombre de disyuntor	Easypact EZC250F
Aplicación de dispositivos	Distribución
Descripción de postes	3P
Descripción de polos protegidos	3T
Tipo de red	CA C.C.
Frecuencia de la red	50/60 Hz
[En] corriente nominal	250 A (40 ° C)
[Ui] voltaje de aislamiento clasificado	690 V CA 50/60Hz conforme a IEC 60947-2
[Uimp] nominal impulso voltaje de withstand	6 kV según IEC 60947-2
[Ue] Voltaje operacional clasificado	250 C.C. de V conforme a IEC 60947-2 550 V AC 50/60Hz conforme a IEC 60947-2
Rompiendo capacidad código	F
Rompe la capacidad	25 kA UCI en 220... 240 V CA 50/60Hz conforme a IEC 60947-2
[Ics] nominal poder de corte de servicio	ICS 9 kA 380 V CA 50/60 Hz según IEC 60947-2 ICS 9 kA 400/415 V CA 50/60 Hz según IEC 60947-2 ICS 12.5 kA 110/130 V CA 50/60 Hz según IEC 60947-2 ICS 12.5 kA 220/230/240 V CA 50/60 Hz según IEC 60947-2 ICS 2.5 kA 125 C.C. de V conforme a IEC 60947-2 ICS 2.5 kA 250 C.C. de V conforme a IEC 60947-2 ICS 2.5 kA 550 V AC 50/60 Hz según IEC 60947-2 ICS 7,5 kA 440 V CA 50/60 Hz según IEC 60947-2
Idoneidad para el aislamiento	Si conforme a IEC 60947-2
Categoría de utilización	Categoría A
Nombre de la unidad de viaje	TM-D
Tecnología de unidad de viaje	Magnetotérmico
Valorar la unidad de disparo	160 A (50 ° C)
Tipo de protección	Protección de sobrecarga Protección del cortocircuito
Grado de contaminación	3 conforme a la IEC 60664-1 3 conforme a IEC 947-1

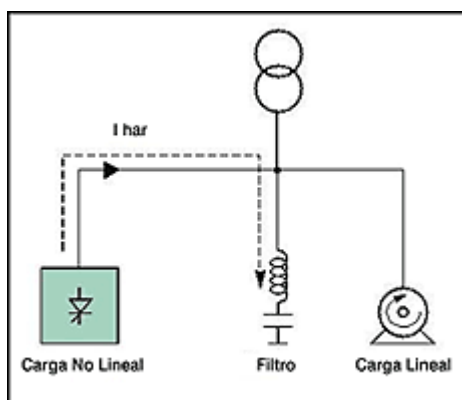
ANEXO 2: Filtro híbrido de armónicos



ANEXO 3: Gabinete con filtro de armónicos



ANEXO 4: Filtro pasivo de armónicos



ANEXO 5: Instalación de filtros de armónicos en líneas trifásicas

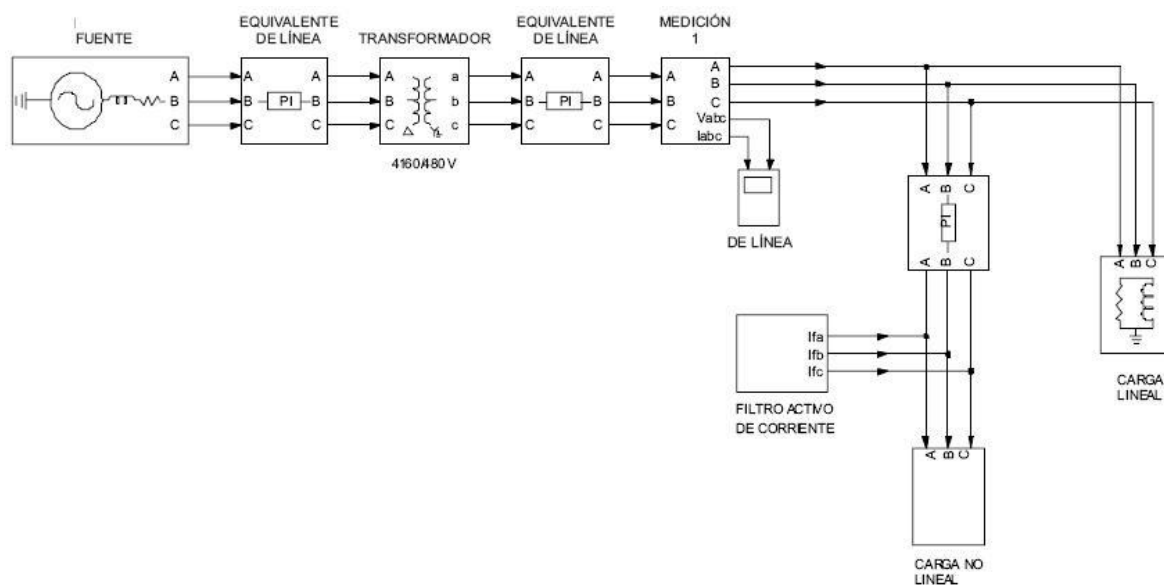
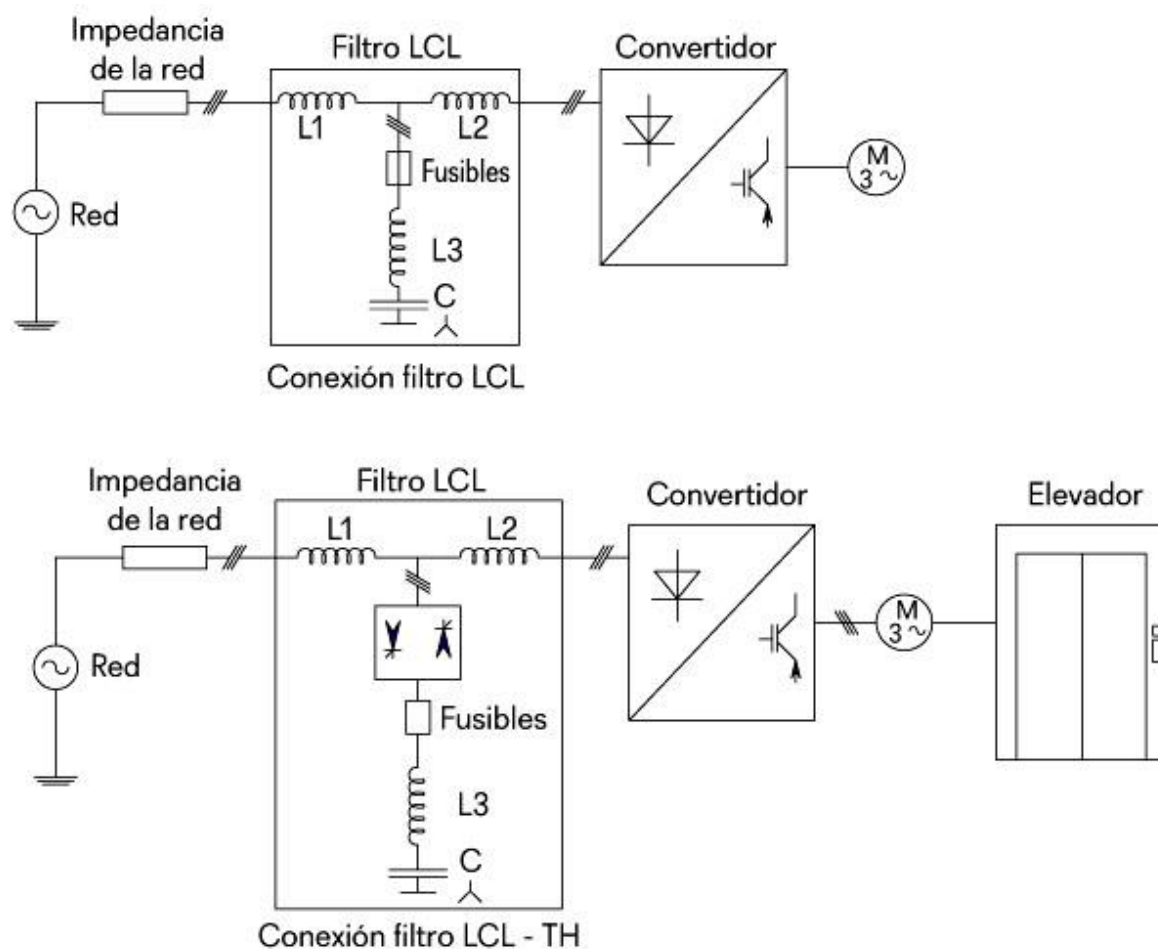


Figura 8. Sistema eléctrico industrial simulado en Simulink

ANEXO 6: Filtros en sistemas de potencia eléctricos



ANEXO 7: Instrumentos de evaluación:

Instrumento nr. 1: Parámetros eléctricos

FECHA	HORA	VOLTAJE L1	VOLTAJE L2	VOLTAJE L3	FIRMA
21/02/2015	8.20 am	148	197	73	Dias
21/02/2015	9.10 am	145	196	72	Mattos
21/02/2015	9.45 am	152	202	48	Montero
21/02/2015	11.25 am	147	193	70	Montero
21/02/2015	12.10 m	149	200	70	Montero
21/02/2015	1.25 pm	151	199	67	Montero
21/02/2015	1.50 pm	153	202	69	Mendez
21/02/2015	3.30 pm	154	197	69	Mendez
21/02/2015	4.10 pm	154	206	68	Mendez
21/02/2015	5.15 pm	155	207	68	Mendez
21/02/2015	6.45 pm	154	206	68	Vargas
21/02/2015	7.46 pm	152	202	67	Vargas
21/02/2015	8.52 pm	155	206	68	Vargas
21/02/2015	9.45 pm	155	204	69	Vargas
21/02/2015	10.59 pm	154	204	68	Vargas
21/02/2015	12.30 am	155	206	68	Vargas
22/02/2015	4.10 am	159	210	69	Vargas
22/02/2015	5.16 am	158	209	68	Vargas
22/02/2015	6.30 am	158	208	68	Vargas
22/02/2015	6.45 am	158	209	68	Vargas
22/02/2015	7.40 am	157	199	65	Sanchez
22/02/2015	9.10 am	158	184	67	Sanchez
22/02/2015	11.35 pm	159	197	70	Sanchez
22/02/2015	1.00 pm	160	200	67	Montero
22/02/2015	3.00 pm	156	200	70	Montero
22/02/2015	6.35 pm	157	205	67	Montero
22/02/2015	7.20 pm	159	207	66	Mendez
22/02/2015	11.40 pm	158	209	68	Mendez
23/02/2015	6.55 am	159	206	65	Mendez
23/02/2015	8.30 am	160	206	54	Aguirre
23/02/2015	10.41 am	118	175	103	Aguirre
23/02/2015	11.50 am	119	175	103	Mattos
23/02/2015	12.35 m	118	175	104	Aguirre
23/02/2015	2.30 pm	117	177	103	Sanchez
23/02/2015	3.55 pm	118	178	105	Sanchez
23/02/2015	5.30 pm	129	164	103	Sanchez

Instrumento 2: REGISTRO DE MEDICION DE VOLTAJE TRIFÁSICO

2015

FECHA	HORA	VOLTAJE L1	VOLTAJE L2	VOLTAJE L3	FIRMA
24/02/2015	6.00 am	124	173		Montero
24/02/2015	7.00 am	120	174	108	Montero
24/02/2015	8.40 am	122	176	104	Vargas
24/02/2015	10.03 am	143	196	80	Vargas
24/02/2015	11.02 am	139	192	100	Vargas
24/02/2015	11.41 am	144	199	76	Vargas
24/02/2015	12.10 m	142	200	74	Vargas
24/02/2015	2.00 pm	220	174	217	Aguirre
24/02/2015	5.00 pm	200	198	210	Aguirre
24/02/2015	7.18 pm	133	178	90	Sanchez
24/02/2015	8.40 pm	134	179	90	Sanchez
24/02/2015	11.10 pm	133	178	92	Sanchez
25/02/2015	3.00 am	136	182	99	Sanchez
25/02/2015	5.00 am	133	183	95	Sanchez
25/02/2015	6.41 am	136	170	95	Sanchez
25/02/2015	7.50 am	150	202	70	Mattos
25/02/2015	8.20 am	153	202	69	Mattos
25/02/2015	9.25 Am	152	203	65	Mendez
25/02/2015	10.35 Am	154	204	63	Mendez
25/02/2015	11.45 am	155	205	61	Mendez
25/02/2015	1.0 pm	159	213	61	Mendez
25/02/2015	2.24 pm	160	214	61	Vargas
25/02/2015	3.42 pm	160	214	61	Vargas
25/02/2015	7.00 pm	147	189	73	Vargas
26/02/2015	9.00 pm	149	190	70	Aguirre
26/02/2015	6.00 am	146	188	71	Aguirre
26/02/2015	8.30 am	146	196	73	Montero
26/02/2015	10.20 am	138	190	84	Montero
26/02/2015	11.20. Am	164	195	52	Montero
26/02/2015	1.45 Am	166	206	53	Mendez
26/02/2015	2.50 am	170	213	51	Mendez
26/02/2015	3.55pm	140	210	51	Mendez
26/02/2015	4.45 pm	131	213	53	Mendez

Instrumento 3: REGISTRO DE MEDICION DE VOLTAJE TRIFASICO

2015

FECHA	HORA	VOLTAJE L1	VOLTAJE L2	VOLTAJE L3	FIRMA
26/02/2016	6.45 pm	131	198	71	Mendez
26/02/2016	10.13 pm	168	214	54	Vargas
26/02/2016	11.01 pm	174	216	49	Vargas
27/02/2016	1.32 am	178	220	50	Vargas
27/02/2016	5.25 am	160	211	65	Vargas
27/02/2016	6.40 am	175	215	51	Vargas
27/02/2016	12.35 pm	169	213	49	Sánchez
27/02/2016	3.00 pm	166	210	50	Montero
27/02/2016	5.00 pm	172	219	51	Montero
27/02/2016	7.40 pm	169	214	48	Mendez
27/02/2016	8.45 pm	168	214	51	Mendez
27/02/2016	9.30 pm	173	217	48	Mendez
27/02/2016	11.50 pm	174	216	49	Mendez
27/02/2016	12.45 pm	176	220	49	Mendez
28/02/2016	3.45 pm	180	223	51	Mendez
28/02/2016	5.40 pm	177	221	52	Mendez
28/02/2016	6.45 pm	174	218	50	Mendez
28/02/2016	8.10 am	175	219	52	Aguirre
28/02/2016	9.45 am	175	218	51	Aguirre
28/02/2016	11.00 am	177	217	50	Aguirre
28/02/2016	12.45 pm	175	215	52	Aguirre
28/02/2016	1.50 pm	175	223	51	Sánchez
28/02/2016	4.55 pm	172	220	53	Sánchez
28/02/2016	6.05 pm	179	219	46	Sánchez
28/02/2016	10.30 pm	166	210	56	Montero
28/02/2016	12.20 pm	168	211	52	Montero
01/03/2016	3.10 am	168	200	50	Montero
01/03/2016	6.50 am	181	215	45	Montero
01/03/2016	8.04 am	180	216	46	Vargas
01/03/2016	9.57 am	178	215	44	Vargas
01/03/2016	2.00 pm	177	212	45	Aguirre
01/03/2016	4.00 pm	178	214	43	Aguirre
01/03/2016	6.00 pm	178	211	45	Aguirre
01/03/2016	8.33 pm	178	215	43	Sánchez

Instrumento 4: REGISTRO DE MEDICION DE VOLTAJE

2015

FECHA	HORA	VOLTAJE L1	VOLTAJE L2	VOLTAJE L3	FIRMA
16/05/2015	11:35 AM	123	128	134	Vargas
20/05/2015	9:45 AM	127	133	137	Vargas
23/05/2015	8:56 AM	129	126	137	Vargas
23/05/2015	9:27 AM	124	136	133	Vargas
23/05/2015	11:10 AM	125	127	135	Vargas
23/05/2015	11:33 AM	126	127	134	Vargas
23/05/2015	12:18 PM	126	127	136	Vargas
23/05/2015	12:43 PM	123	130	138	Vargas
23/05/2015	1:30 PM	135	145	111	Montero
23/05/2015	3:00 PM	120	132	142	Montero
23/05/2015	5:00 PM	125	133	142	Montero
23/05/2015	7:00 PM	125	129	135	Montero
23/05/2015	8:00 PM	127	127	132	Mendez
23/05/2015	10:00 PM	123	128	138	Men dez
24/05/2015	3:00 AM	129	130	141	Mendez
24/05/2015	5:15 AM	128	130	143	Mendez
24/05/2015	6:40 AM	125	135	138	Mendez
25/05/2015	7:50 AM	128	120	140	Diaz
25/05/2015	12:40 PM	137	139	128	Diaz
25/05/2015	3:20 PM	125	132	128	Diaz
25/05/2015	6:30 PM	130	135	128	Diaz
25/05/2015	10:00 PM	124	126	130	Montero
25/05/2015	3:00 PM	127	130	139	Montero
25/05/2015	6:23 PM	123	125	137	Montero
25/05/2015	10:43 PM	122	136	132	Meza
25/05/2015	12:30 PM	123	133	136	Meza
25/05/2015	2:30 PM	128	132	140	Aguirre
25/05/2015	5:00 PM	126	135	138	Aguirre
25/05/2015	6:45 PM	125	134	136	Aguirre
26/05/2015	3:30 AM	130	135	135	Diaz
26/05/2015	7:30 AM	128	132	129	Mendez
26/05/2015	9:00 AM	122	129	137	Mendez
26/05/2015	10:55 AM	123	126	138	Mendez
26/05/2015	3:57 PM	126	128	140	Meza

Instrumento 5: REGISTRO DE MEDICION DE VOLTAJE

2015

FECHA	HORA	VOLTAJE L1	VOLTAJE L2	VOLTAJE L3	FIRMA
27/05/2015	1:00 PM	125	130	137	Montero
27/05/2015	1:55 PM	120	132	139	Mendez
27/05/2015	4:50 PM	127	130	134	Mendez
27/05/2015	5:45 PM	125	129	138	Mendez
27/05/2015	6:45 PM	123	126	135	Mendez
27/05/2015	7:05 PM	125	127	137	Meza
27/05/2015	8:17 PM	124	129	137	Meza
27/05/2015	10:37 PM	126	131	139	Meza
28/05/2015	4:48 PM	129	131	141	Meza
28/05/2015	5:52 PM	128	131	139	Meza
28/05/2015	7:50 AM	123	130	135	Diaz
28/05/2015	7:30 PM	123	126	137	Mendez
28/05/2015	8:30 PM	127	125	137	Mendez
28/05/2015	9:35 PM	123	130	137	Mendez
29/05/2015	2:30 AM	128	131	140	Mendez
29/05/2015	4:00 AM	133	130	135	Mendez
29/05/2015	5:10 AM	127	139	131	Mendez
29/05/2015	6:50 AM	125	130	137	Mendez
29/05/2015	8:15 AM	128	126	137	Aguirre
29/05/2015	11:00 AM	126	127	138	Aguirre
29/05/2015	12:45 PM	127	128	136	Aguirre
29/05/2015	2:15 PM	124	132	138	Diaz
29/05/2015	4:10 PM	127	131	135	Diaz
29/05/2015	6:20 PM	119	138	139	Diaz
30/05/2015	7:12 AM	123	131	138	Meza
30/05/2015	9:10 AM	120	127	138	Meza
30/05/2015	12:50 AM	123	132	140	Meza
30/05/2015	2:00 PM	123	132	140	Aguirre
30/05/2015	5:00 PM	125	134	137	Aguirre
30/05/2015	7:00 PM	123	126	138	Aguirre
30/05/2015	10:45 PM	127	129	139	Diaz
30/05/2015	11:55 PM	130	130	140	Diaz
31/05/2015	4:15 AM	133	129	143	Diaz
31/05/2015	5:50 AM	130	130	143	Diaz
31/05/2015	6:40 AM	128	132	141	Diaz

Instrumento 6: Registro de medición de voltaje

FECHA	HORA	VOLTAJE L1	VOLTAJE L2	VOLTAJE L3	FIRMA
01/06/2015	7:10 PM	125	128	137	Montero
01/06/2015	9:00 PM	122	126	134	Montero
01/06/2015	10:00 PM	122	124	135	Montero
01/06/2015	12:36 PM	125	128	137	Montero
01/06/2015	1:55 PM	124	131	138	Mendez
01/06/2015	3:55 p.m.	126	130	137	Mendez
01/06/2015	5:50 PM	125	129	135	Mendez
01/06/2015	6:35 PM	124	129	133	Meza
01/06/2015	7:10 PM	123	129	136	Meza
01/06/2015	8:21 PM	124	129	135	Meza
01/06/2015	10:04 PM	125	132	138	Meza
02/06/2015	4:58 AM	131	131	141	Meza
02/06/2015	6:02 AM	129	131	138	Meza
02/06/2015	8:00 AM	127	129	137	Sánchez
02/06/2015	11:00 AM	125	132	130	Sánchez
02/06/2015	12:50 AM	127	124	134	Sánchez
02/06/2015	3:00 PM	126	130	135	Montero
02/06/2015	5:00 PM	133	129	133	Montero
02/06/2015	7:00 PM	127	138	127	Montero
02/06/2015	7:30 PM	124	129	135	Mendez
02/06/2015	9:35 PM	126	131	134	Mendez
02/06/2015	11:05 PM	127	132	137	Mendez
03/06/2015	2:30 AM	132	143	128	Mendez
03/06/2015	4:00 PM	130	136	138	Mendez
03/06/2015	5:05 AM	129	137	135	Mendez
03/06/2015	6:50 AM	126	132	138	Mendez
03/06/2015	8:10 AM	127	130	137	Aguirre
03/06/2015	10:15 AM	126	129	138	Aguirre
03/06/2015	12:15 AM	126	130	137	Aguirre
03/06/2015	3:00 PM	122	130	137	Sánchez
03/06/2015	4:00 PM	122	131	135	Sánchez
03/06/2015	5:30 PM	122	132	135	Sánchez
03/06/2015	9:10 PM	123	126	136	Montero
03/06/2015	10:00 PM	125	129	135	Montero
04/06/2015	5:00 AM	129	132	140	Montero
04/06/2015	7:00 AM	124	131	141	Montero
04/06/2015	8:12 AM	123	133	132	Meza
04/06/2015	9:16 AM	129	125	136	Meza

Instrumento 7: Registro de medición de voltaje

2015

FECHA	HORA	VOLTAJE L1	VOLTAJE L2	VOLTAJE L3	FIRMA
24/06/2015	6:00 AM	125	136	133	Montero
24/06/2015	7:00 AM	126	129	137	Montero
24/06/2015	7:52 AM	125	126	138	Meza
24/06/2015	9:40 AM	121	127	134	Meza
24/06/2015	11:25 AM	127	128	136	Meza
24/06/2015	3:00 PM	134	130	139	Aguirre
24/06/2015	5:00 PM	136	131	140	Aguirre
24/06/2015	6:45 PM	134	139	140	Aguirre
24/06/2015	8:30 PM	121	126	140	Sánchez
24/06/2015	10:30 PM	127	127	140	Sánchez
25/06/2015	4:00 AM	125	129	141	Sánchez
25/06/2015	6:00 AM	125	129	142	Sánchez
25/06/2015	7:45 AM	126	126	134	Mendez
25/06/2015	9:15 AM	128	122	134	Mendez
25/06/2015	9:39 AM	120	129	137	Mendez
25/06/2015	10:55 AM	127	127	136	Mendez
25/06/2015	11:40 AM	123	130	138	Mendez
25/06/2015	12:40 PM	122	130	142	Mendez
25/06/2015	1:52 PM	123	129	142	Meza
25/06/2015	3:21 PM	123	129	143	Meza
25/06/2015	4:53 PM	123	128	141	Meza
25/06/2015	6:17 PM	122	130	137	Meza
25/06/2015	8:00 PM	121	124	140	Aguirre
25/06/2015	10:00 PM	127	128	141	Aguirre
26/06/2015	7:00 AM	122	124	135	Aguirre
26/06/2015	9:00 AM	125	130	129	Montero
26/06/2015	11:30 AM	120	131	137	Montero
26/06/2015	1:00 PM	120	131	140	Montero
26/06/2015	1:50 PM	127	132	133	Mendez
26/06/2015	2:40 PM	124	130	134	Mendez
26/06/2015	03:50 p.m	129	130	132	Mendez
26/06/2015	4:40 PM	122	134	136	Mendez
26/06/2015	5:50 PM	131	134	127	Mendez
26/06/2015	6:45 PM	120	139	128	Mendez
26/06/2015	7:03 PM	120	129	138	Meza
26/06/2015	10:05 PM	133	132	128	Meza

REGISTRO DE MEDICION DE VOLTAJE

2015

FECHA	HORA	VOLTAJE L1	VOLTAJE L2	VOLTAJE L3	FIRMA
27/06/2015	5:10 PM	122	132	135	Sánchez
27/06/2015	6:00 PM	124	129	143	Sánchez
27/06/2015	7:00 PM	128	126	139	Sánchez
27/06/2015	08:50 p.m	124	127	142	Méndez
27/06/2015	10:55 PM	124	129	144	Méndez
27/06/2015	12:40 PM	127	130	144	Méndez
28/06/2015	3:50 AM	127	132	145	Méndez
28/06/2015	4:40 AM	127	131	145	Méndez
28/06/2015	5:45 AM	127	131	143	Méndez
28/06/2015	6:45 AM	126	133	140	Méndez
28/06/2015	8:00 AM	125	134	140	Aguirre
28/06/2015	10:00 AM	126	135	134	Aguirre
28/06/2015	1:00 PM	127	136	141	Aguirre
28/06/2015	3:00 PM	127	133	140	Sánchez
28/06/2015	5:10 PM	127	132	140	Sánchez
28/06/2015	6:30 PM	127	132	136	Sánchez
28/06/2015	8:30 PM	124	130	140	Sánchez
28/06/2015	11:40 PM	125	129	144	Sánchez
29/06/2015	5:30 AM	131	136	141	Sánchez
29/06/2015	6:40 AM	122	137	141	Sánchez
29/06/2015	7:45 AM	123	133	143	Meza
29/06/2015	9:22 AM	124	131	141	Meza
29/06/2015	12:00 PM	129	129	137	Meza
29/06/2015	3:00 PM	130	128	139	Aguirre
29/06/2015	6:00 PM	131	129	140	Aguirre
29/06/2015	10:00 PM	124	129	140	Montero
30/06/2015	12:00 AM	125	129	143	Montero
30/06/2015	5:00 AM	130	129	140	Montero
30/06/2015	7:00 AM	122	129	148	Montero
30/06/2015	7:30 AM	118	137	140	Méndez
30/06/2015	8:35 AM	126	127	134	Méndez
30/06/2015					

ANEXO 8: MATRIZ DE CONSISTENCIA				
AUTOR: RONCAL SARACHAGA, AMÉRICO			FECHA: 24 / 04 / 2018	
ASESOR: RAÚL PAREDES ROSARIO				
TÍTULO: Análisis técnico económico para mejorar la calidad, seguridad y eficiencia del consumo de energía eléctrica en zonas críticas del Hospital Regional Docente de Trujillo				
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
1. Problema General:	1. Objetivo General:	1. Hipótesis General:	V. Independiente	1. Tipo de Investigación: Reúne las condiciones de investigación aplicada , en razón que utiliza las técnicas de la ingeniería mecánica eléctrica para analizar y plantear soluciones a un problema hospitalario. 2. Nivel de Investigación Por las naturales del estudio de investigación reúne por su nivel, características de estudio descriptivo . 3. Método: Método longitudinal: Es el diseño de investigación que recolecta datos a través del tiempo en puntos o períodos especificados, para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. 4. Diseño de la Investigación: No experimental – transversal. Toma de datos, mediciones, procesamiento de datos técnicos, conclusiones, propuestas de solución, discusión de resultados, análisis económicos, recomendaciones 5. Marco de Muestras: Componentes del Sistema eléctrico en las zonas críticas del Hospital Regional Docente de Trujillo 6. Población: Zonas críticas del Hospital Regional Docente de Trujillo 6. Muestra: Sistema eléctrico trifásico del Hospital Regional Docente de Trujillo 7. Técnicas: Observación del proceso de transformación distribución y consumo de EE Entrevistas a personal técnico Encuesta a personal ejecutivo 8. Instrumentos: Hoja de toma de datos Hoja de encuestas 9. Indicadores: .- Nivel de tensión. .- Fallas eléctricas./mes.
¿Cómo mejorar la calidad, seguridad y eficiencia del consumo de energía eléctrica en zonas críticas del Hospital Regional Docente de Trujillo?	Realizar un análisis técnico económico para determinar medidas a implementar y mejorar la calidad, seguridad y eficiencia del consumo de energía eléctrica del Hospital Regional Docente de Trujillo	Un análisis técnico económico del sistema eléctrico permitirá mejorar la calidad, seguridad y eficiencia del consumo de energía eléctrica del Hospital Regional Docente de Trujillo.	Potencia eléctrica de distribución kw.	
2. Problemas Específicos:	2. Objetivos Específicos	2. Hipótesis Específicas (opcional):	V. Dependiente:	
	<ul style="list-style-type: none">Realizar un balance de potencia y energía del sistema eléctrico de potencia del hospital regional docente, determinando los valores de potencias, factor de potencia, desequilibrio de tensiones, eficiencias, costos y seguridadDeterminar la calidad de energía en el SEP del Hospital, determinando el número de transitorios en la onda eléctrica senoidal monofásica/trifásica Dimensionar y seleccionar equipos de compensación del factor de potencia en el sistema		<ul style="list-style-type: none">Rendimiento del Sistema eléctrico de potencia, del HRDT, %Calidad de energía, THDi < 15%Seguridad eléctrica	